



Agosto 2015 No. 14

USO Y ABUSO DE LA BIODIVERSIDAD

Oikos= **es una publicación periódica del Instituto de Ecología de la UNAM. Su contenido puede reproducirse, siempre y cuando se cite la fuente y el autor. Dirección: Circuito Exterior S/N, anexo Jardín Botánico, C.U., Del. Coyoacán, C.P. 04510. México, www.web.ecologia.unam.mx. Cualquier comentario, opinión y correspondencia, favor de dirigirla a: Dra. Clementina Equihua Z., al Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, México, D.F., o a los faxes: (52 55) 5616-1976 y 5622-8995. Con atención a: Unidad de Divulgacion y Difusión, del Instituto de Ecología, UNAM.**



Diseño de portada: Diego Rodrigo Ortega Díaz con imágenes de Wikimedia Commons de Jami Dwyer y de la Familia Hendrick; de Carmen Loyola, Clementina Equihua Z. y del Oriental Institute, de la Universidad de Chicago.















Agosto 2015 No. 14

Contenido

De los editores

De la ecología de los ecólogos al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad
Luis E. Eguiarte, Clementina Equihua Z. y Laura Espinosa Asuar........4

Artículos

Orígenes y diversidad a la mitad de las montañas: Nikolai Vavílov, México y las plantas domesticadas
Lev Jardón Barbolla........6

Manos a las espinas: el tráfico ilegal de cactáceas
Vania R. Olmos Lau........11

Sucesión vegetal: modelo de restauración ecológica como alternativa para la reforestación
Arturo Garrido Pérez, Rosario Castillo Rendón, Jimena Montes del Río, Alberto Labastida........14

Hecho en casa

Historia de la evolución de los murciélagos de hoja nasal
Roberto Emiliano Trejo Salazar........19

Reseña

"¿Qué es la vida?", una obra magistral de biología y metafísica
Ignacio J. March Mifsut........22

Sólo se protege lo que se ama, y sólo se ama lo que se conoce
Rodrigo A. Medellín........27

De los editores

De la ecología de los ecólogos al Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad

Luis E. Eguiarte, Clementina Equihua Z. y Laura Espinosa Asuar

Hace más de 25 años, el Dr. Jorge Soberón y uno de nosotros (LEE) publicamos un artículo con el título *La ecología de los ecólogos*, donde describíamos la tensión que existía entre el tipo de investigación ecológica que se hacía en el mundo y en México, y los problemas ambientales. En ese artículo hablábamos de nuestra frustración por el empleo indiscriminado de la palabra ecología en la prensa y cultura popular para referirse a los problemas ambientales. También nos preocupaba la separación que existía entre la investigación que realizábamos y lo que se tenía que hacer para resolver toda una gama de problemas ambientales, tanto de destrucción de hábitat y contaminación, como de extinción de las especies. Un cuarto de siglo después, las cosas han cambiado, tanto para bien como para peor.

Primero las buenas noticias. Indudablemente en estos 25 años se ha formalizado, sofisticado y profesionalizado el estudio, compresión y análisis académico de los problemas ambientales. Para nosotros una excelente noticia es que recientemente se aprobó el Posgrado en Ciencias de la Sostenibilidad, el 24 de marzo pasado en el Consejo Universitario de nuestra casa de estudios. En este posgrado se van a preparar de manera profesional y actualizada a los nuevos investigadores y gestores del estudio y solución de los problemas ambientales en el país. El posgrado está liderado inicialmente por el Instituto de Ecología, y van a participar otras diez dependencias de la universidad. La primera generación del posgrado ingresará este otoño, pero tan sólo por el gran número de candidatos inscritos al proceso de selección, ya puede considerarse un éxito.

Y ahora las malas noticias. Esas las vemos diariamente en los diferentes medios de comunicación, porque en periódicos y noticieros nunca faltan notas y reportajes que resaltan los daños al ambiente. Los impactos ambientales del ser humano son más y más dramáticos y cada vez es más urgente atenderlos; son tantos que en este espacio sería imposible enunciarlos. Por eso mismo es fundamental contar con los científicos y técnicos altamente calificados que nos van a ayudar a resolverlos. Pero no debemos de deprimirnos, más bien debemos trabajar para encontrar una solución, y por eso, hemos dedicado este número de *Oikos=* al uso y abuso de la biodiversidad. Este título nos ilustra esta doble vocación y tensión en la vida del ecólogo moderno.

Al inicio del número ilustramos estudios de la diversidad y ecología de las especies de nuestro país. Lev Jardón, que fue estudiante de nuestro Instituto y actualmente es investigador del CEIICH de la UNAM, nos expone magistralmente la contribuciones de uno de los principales fundadores del estudio moderno de los recursos genéticos: la labor de botánico soviético Nikolai Vavílov y su impresionante trabajo de exploración a nivel mundial, y en particular en México. Vavílov descubrió al mundo que nuestro país es una de las grandes cunas de domesticación de plantas de importancia mundial.

Quizá Vavílov fue uno de los más importante pioneros en apreciar la dimensión de la biodiversidad de nuestro país. Pero hoy esta riqueza también ha atraído a muchos coleccionistas y fanáticos, algunos de los cuales, con tal de satisfacer su capricho de tener un ejemplar de codiciadas especies, no se preocupan por la salud de las poblaciones en el campo. En algunos casos estos coleccionistas se pueden señalar como los principales agentes de extinción de poblaciones y hasta de especies en sus poblaciones naturales. Vania Olmos Lau, tesista de licenciatura de nuestro Instituto, nos presenta la investigación que hizo al respecto. Vania, digna de ser reconocida como una moderna Sherlock Holmes de la biodiversidad por su ingenio, nos relata sobre el tráfico de especies en internet. No recomendamos que los lectores hagan investigaciones similares, ya que pueden resultar muy peligrosas. Dado que muchos traficantes ilegales de especies tienen nexos con grupos criminales lo mejor es reportar lo que se sabe a los profesionales, como la PROFEPA.

Como un ejemplo de la sociedad civil que colabora en resolver problemas relacionados con el impacto ambiental, presentamos el escrito de los colegas de la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C., José Luis Zermeño Richaud y Jimena Montes del Río, que nos platican de sus experiencias empíricas relacionadas con la restauración y la sostenibilidad en el parque ejidal de San Nicolás Totolapan, en la Ciudad de México.

En la sección Hecho en Casa, Roberto Trejo, actualmente alumno de doctorado de nuestro Instituto, nos cuenta de la



fascinante evolución de uno de los grupos más representativos de la gran biodiversidad de nuestro país: los murciélagos de la familia Phyllostomidae, que fue el tema de su tesis de maestría. Roberto hace un análisis de la evolución de distintas formas de alimentación de la familia que van desde los vampiros verdaderos, que sólo comen sangre, hasta especialistas en frutos o que sólo comen néctar y polen.

En esta ocasión incluimos dos reseñas de libros. La primera de ellas relacionada al problema filosófico fundamental de todo biólogo que quisiera responder a la pregunta ¿qué es la vida? Parecería trivial, pero aún no tenemos respuestas sencillas. Usando como excusa la reseña del libro de Margulis y Sagan cuyo título es esta importantísima pregunta, nuestro amigo Ignacio J. March de la CONANP discute sobre el desarrollo de la biodiversidad en la Tierra, y reflexiona sobre un tema tan apreciado por varios de nosotros los biólogos, que está relacionado tanto con la filosofía como con la evolución. El número lo cerramos con otra reseña escrita por nuestro colega, el Dr. Rodrigo Medellín, que al revisar el libro Áreas Naturales de México. Legado de conservación, toca diferentes problemas de la conservación de nuestra biodiversidad, y con su entusiasmo nos recuerda a muchos de nosotros porqué somos ecólogos y naturalistas. La conclusión de este editorial es precisamente el título de esta reseña: "*sólo se protege lo que se ama, y sólo se ama lo que se conoce*."

Referencias

- Eguiarte, L. y J. Soberón. 1989. *La ecología de los ecólogos*. Información Científica y Tecnológica, 11:21-26.
- Eguiarte L.E. 2005. La ecología de los ecólogos. *Gaceta* UNAM, No. 3,851, 7 de noviembre del 2005, pág. 13.



Artículo

Orígenes y diversidad a la mitad de las montañas: Nikolai Vavílov, México y las plantas domesticadas

Lev Jardón Barbolla

Como una lanza terminada en fuego
apareció el maíz, y su estatura
se desgranó y nació de nuevo,
diseminó su harina, tuvo
muertos bajo sus raíces,
y luego, en su cuna, miró
crecer los dioses vegetales.

Pablo Neruda, Canto General

Hoy nos resulta obvio que muchas de las plantas cultivadas que se utilizan en diferentes partes del mundo fueron una aportación del continente Americano y que de éstas, muchas especies se domesticaron y diversificaron en México. Sin embargo, esto se desconocía aún a inicios del siglo XX. El conocimiento del papel central de las plantas de México en la alimentación mundial se debe en gran medida al esfuerzo encabezado por el ruso Nikolái Vavílov.

Darwin abordó el tema de la domesticación al plantear su teoría de la evolución por selección natural, construyendo una analogía con la "selección por el hombre" (la expresión "selección artificial" sólo es usada una vez en *El origen de las especies* –1859– en el Capítulo 4) e introdujo la noción de que las plantas y animales domesticados descienden de parientes silvestres. Por su parte, Alphonse De Candolle en su obra de 1884, *Origin of cultivated plants*, ya había tocado el tema del origen de las plantas cultivadas, indicando la necesidad de un enfoque interdisciplinario para su estudio, esforzándose por recabar información biogeográfica, histórica, arqueológica y lingüística.

Nikolái Vavílov (1887-1943, Figura 1) se formó en la Academia Agrícola de Moscú y durante su maestría realizó una estancia en Inglaterra entre 1913 y 1914. Allí estudió con William Bateson la resistencia de las plantas a las enfermedades desde una perspectiva genética y ecológica, en ese momento muy novedosa, tras el redescubrimiento de las leyes de Mendel a principios del siglo XX. En su conferencia en 1940, titulada *Introducción de plantas durante la era soviética y sus resultados* Vavílov expresa su interés para ayudar a obtener mejores variedades de plantas cultivadas, siempre con la intención de que esas variedades estuviesen ampliamente disponibles para los campesinos de la Unión Soviética y del resto del mundo.

El enfoque de Vavílov fue novedoso al combinar la teoría de Mendel sobre la herencia y la concepción de Darwin de evolución a partir de ancestros comunes. Así, para localizar los centros de origen y domesticación se centró en estudiar la relación de las plantas domesticadas con las formas silvestres, la distribución de la variación genética en sus poblaciones, así como el contexto ecológico en el que evolucionó esa variación, lo cual tendría relevancia para obtener mejores variedades cultivadas. Para Vavílov era necesario además incorporar evidencia lingüística, histórica, arqueológica y antropológica, pues reconocía que la intervención del trabajo humano fue clave en la evolución de los cultivos.

En ese momento los antropólogos difusionistas sostenían que toda la agricultura se había originado en algún lugar de Medio Oriente y desde allí se había difundido hacia el resto de Eurasia y del mundo. América planteaba un problema a esta visión, pero siempre había una hipótesis *ad hoc* para echar mano. Por ejemplo, el guajolote fue llamado *turkey* por los ingleses, que pensaban que era una versión de ciertas aves de la familia Phasianidae, típicas de Turquía. Los intentos por denominar al maíz "trigo turco" (como le llamaron en Europa a lo largo de los siglos XVII y XVIII) o *corn*, adaptación al inglés del vocablo *korn* originado en el alemán del siglo XVI para referirse a la avena, tuvieron un eco en interpretaciones difusionistas que pretendían que las plantas domesticadas y la agricultura misma habían llegado a América junto con grupos "portadores de cultura".

Y aquí las investigaciones de Vavílov y su equipo –que a la postre abarcaría más de 100 estaciones de investigación por toda la URSS– hicieron dos aportaciones que trascendieron el consenso científico de la época:





Figura 1. Nikolái Vavílov fue un botánico ruso que recorrió el mundo estudiando a las plantas domesticadas para entender su origen. Foto: Library of Congress. New York World-Telegram & Sun Collection

1) Existen varios centros de origen de la agricultura y las plantas domesticadas.
2) Estos centros de origen de la agricultura no necesariamente corresponden a planicies fluviales o llanuras costeras, sino que en muchos casos los pequeños valles intermontanos, lejanos de la agricultura de gran escala son los sitios donde se encuentran las claves para comprender la domesticación.

En su artículo de 1926, Vavílov propuso la existencia de al menos ocho centros de origen, donde la agricultura y las plantas cultivadas habrían surgido juntas como parte de un mismo proceso. Este planteamiento dialéctico en el que la contradicción sociedad-naturaleza se desarrolla positivamente más de una vez en la invención de la agricultura, molestó tanto a la antropología más conservadora como, años más tarde, a la visión de una secuencia lineal de etapas de desarrollo de la humanidad propia de la doctrina oficial del stalinismo, que controló la Unión Soviética a partir de 1928-1930.

Recorriendo el mundo en busca de la diversidad aún no perdida

Las más de 60 expediciones que realizó Vavílov alrededor del mundo comenzaron en medio de la Gran Guerra (como originalmente se llamó a la Primera Guerra Mundial hasta que estalló la Segunda Guerra). Al triunfo de la revolución rusa el trabajo de la Oficina de Botánica Aplicada encabezada por Vavílov se volvería de necesidad imperiosa después de tres años de Guerra Civil (1918-1921), derrotadas las fuerzas blancas y los cuerpos expedicionarios de al menos ocho potencias extranjeras que intentaron acabar con la joven república soviética.

El campo estaba devastado, la infraestructura ferroviaria destruida y cientos de miles de personas morían de hambre. La dirección soviética de ese momento dio gran importancia al trabajo de Vavílov, financiando sus viajes (en la forma de lingotes de platino, a falta de moneda dura) y de hecho Lenin comisionó al secretario del Consejo de Comisarios del Pueblo para dar todo el apoyo posible a la Oficina de Botánica Aplicada.

El científico de 38 años, miembro del Comité Ejecutivo Central (predecesor del Soviet Supremo), realizó en 1924 una segunda expedición hacia la cordillera de Pamir, en el cruce de Afganistán, Tayikistán, Kirguistán y Paquistán, con el objetivo de encontrar variedades vegetales que se pudiesen sembrar para el mejoramiento de la agricultura soviética. En estos viajes a los Pamir aprendió de manera autodidacta el farsi, *lingua franca* entre los grupos tayikos, kirguises, uzbekos y turkmenos. Encontró en esa ocasión formas arvenses de centeno creciendo como malezas en medio de campos de cultivo de trigo y llegó a la conclusión de que algunas plantas arvenses habían sido adoptadas tardíamente como cultivos secundarios, y que al extenderse su uso en otras regiones se podían convertir en granos básicos. Vavílov también encontró –en una época en la que la única forma de conocer los niveles de variación genética eran los intervalos de variación fenotípica– evidencia que fortalecía su Ley de las series de variación homóloga publicada en 1922 (Figura 2). Según esta ley la variación de características morfológicas (por ejemplo de las espigas o frutos), fenológicas (etapas del ciclo de vida en las que se presentan procesos como la floración, la fructificación o el rebrote) y hasta fisiológicas en diferentes especies e incluso géneros cultivados (por ejemplo el trigo –*Tritiucum*–, el centeno –*Secale*– y la cebada –*Hordeum*–), corresponden a respuestas idénticas de sistemas genéticos homólogos, es decir heredados de un ancestro común. Este argumento, atacado por Trofim Lysenko y olvidado por los historiadores occidentales, fue rescatado por S.J. Gould en su ensayo *Una audiencia para Vavílov*, en el que señala la importancia de una interacción dialéctica entre los límites "interiores" a la variación y las fuerzas "externas" del ambiente en la evolución.

En Afganistán se hizo evidente que esos pequeños campos, parcelas y huertos familiares, aparentemente arcaicos y alejados de los grandes campos de agricultura de monocultivo de la Cuenca del río Volga (o de cualquier otra zona de producción agroindustrial), mantenían variación genética, la cual es importante para la adaptación de los cultivos a microclimas específicos y también es capaz de proveer resistencia a patógenos. Las plantas en estas zonas alejadas evolucionaron coexistiendo con sus patógenos desde antes de ser domesticadas (lo que les permi-





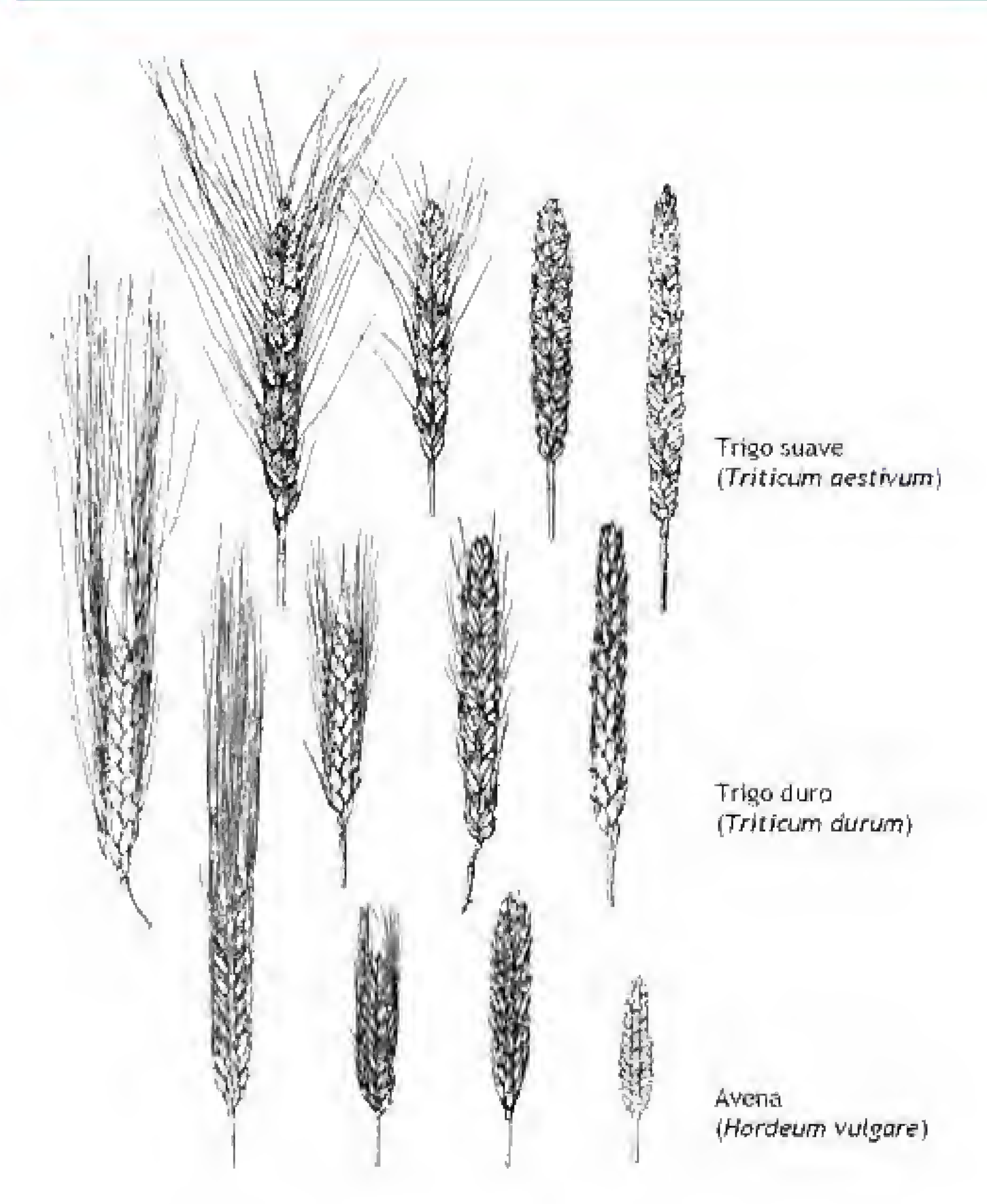


Figura 2. Series de variación homóloga planteadas por Vavìlov para caracteres de la espiga en el trigo suave, trigo duro y avena. Modificado a partir de Kupzow, 1975.

tió desarrollar cierta inmunidad) y esta coexistencia continuó en sus zonas de domesticación una vez que se incorporaron al cultivo.

Desde esa época, la expansión del modelo de agricultura industrial destruye (social y biológicamente) los sistemas de producción campesina (como las milpas) y al hacerlo destruye también la agrobiodiversidad –incluyendo la genética– producto de miles de años de coevolución. Por ello, para Vavílov era urgente colectar las variedades locales y conservarlas activamente, en un esquema que incluyese bancos de germoplasma, estaciones experimentales y distribución no mercantil de las semillas entre los campesinos.

México y Centroamérica como centro de origen de la agricultura

Casi inmediatamente después de volver de Afganistán, el interés de Vavílov por comprender la agricultura y la diversidad de Mesoamérica lo llevó a encargar a su colaborador Voronov y a su estudiante Sergei Bukasov (a la postre un experto mundial en la diversidad de las papas), la organización de la primer Comisión Científica Soviética a México, la cual se realizó en 1925. A sugerencia de Alfonso L. Herrera, Maximino Martínez (cabeza de la Dirección de Estudios Biológicos), acompañó el viaje de la delegación soviética por los estados del Norte del país. El contacto fue tan relevante que Maximino fue invitado pocos años después a Leningrado a instancias del propio Vavílov. Las muestras de plantas de campos agrícolas, mercados y centros de investigación que llevó de regreso a la Unión Soviética fueron la base de experimentos de introducción de cultivos a lo largo de los años 1930, tal que en lugares tan distantes como Kazajistán, se cultivaron calabazas mexicanas.

Después, el propio Vavílov realizó un extenso viaje por EUA y México en 1930. Atravesó el país empezando por Nogales recorriendo la costa del Pacífico, la Faja Neovolcánica, Oaxaca y luego el norte del país en su camino de regreso (Figura 3). En 1931 publicó el trabajo en el que propuso a México y Centroamérica como uno de los centros de origen de la agricultura. En ese artículo Vavílov cita una sola fuente en castellano: el trabajo de Martínez sobre las plantas útiles de México. Asimismo, reparó en un hecho que incluso hoy constituye una de las grandes oportunidades para la investigación de la domesticación en México, la existencia de gradientes de domesticación que permiten analizar las huellas genéticas del proceso:

> "A diferencia de algunos focos agrícolas de Asia y África (por ejemplo Afganistán y Abisinia), es muy característica la existencia de los eslabones silvestres correspondientes a muchas plantas cultivadas. Por lo menos para la mitad de las plantas endémicas de México y Centroamérica se observa su transición al cultivo. Así los árboles frutales de México están inmediatamente ligados a sus parientes silvestres. En la tala de las selvas el agricultor deja en el campo el ciruelo mexicano silvestre (*Spondias mombin*) y la guayaba (*Psidium guajava*). Estos hechos los observamos muchas veces en México y Guatemala. El frijol silvestre multifloro (*Phaseolous coccineus*) se enrolla sobre los arbustos en las montañas del sur de México."
>
> Nikolái I. Vavílov, *en: Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the New World* (1931).

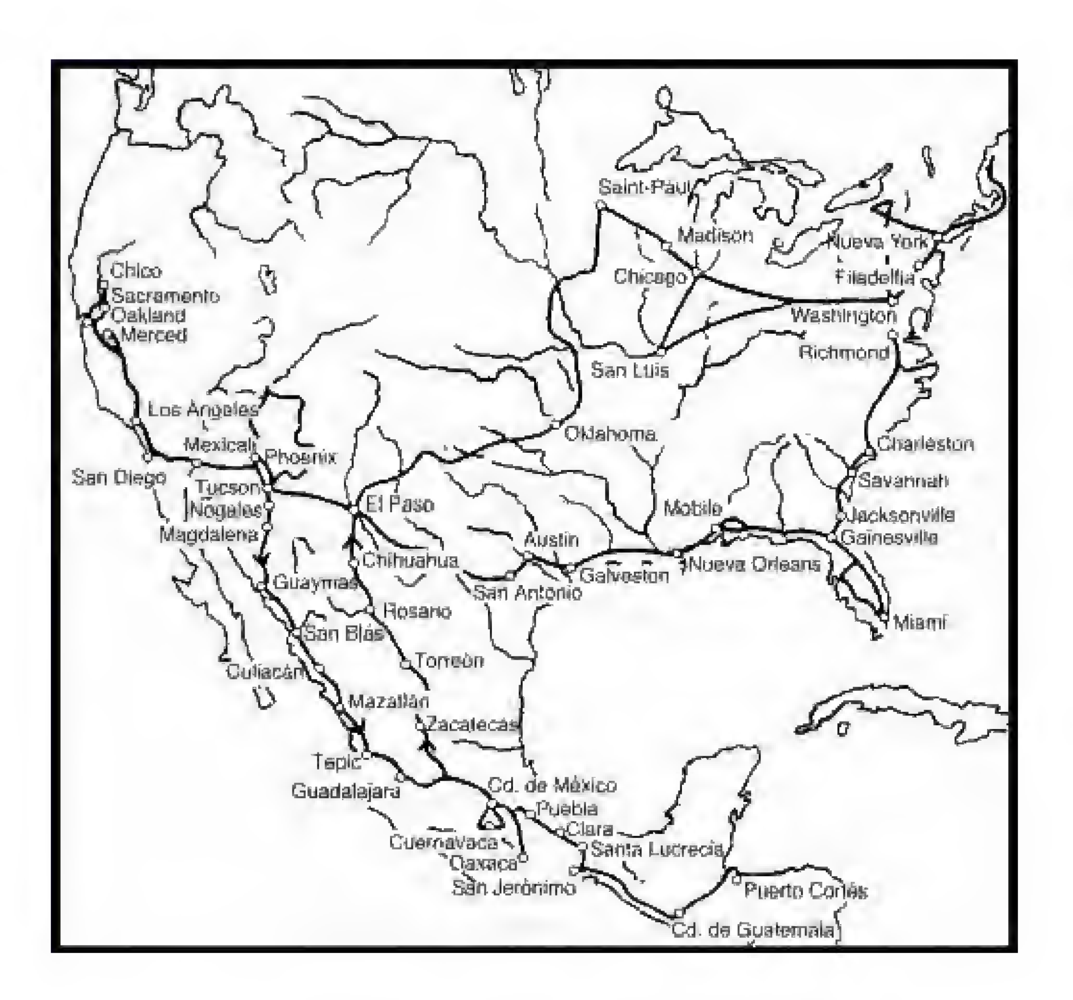
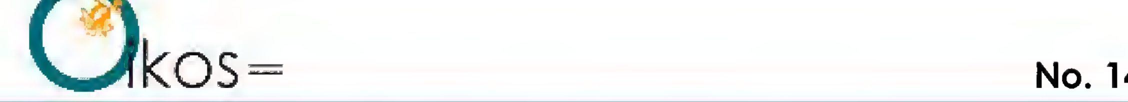


Figura 3. Reproducción y traducción del mapa publicado por Vavílov (1931) en su reporte del viaje de 1930 y en el que propuso a México y Centroamérica como uno de los centros de origen de la agricultura. La ruta está señalada por la línea gruesa.





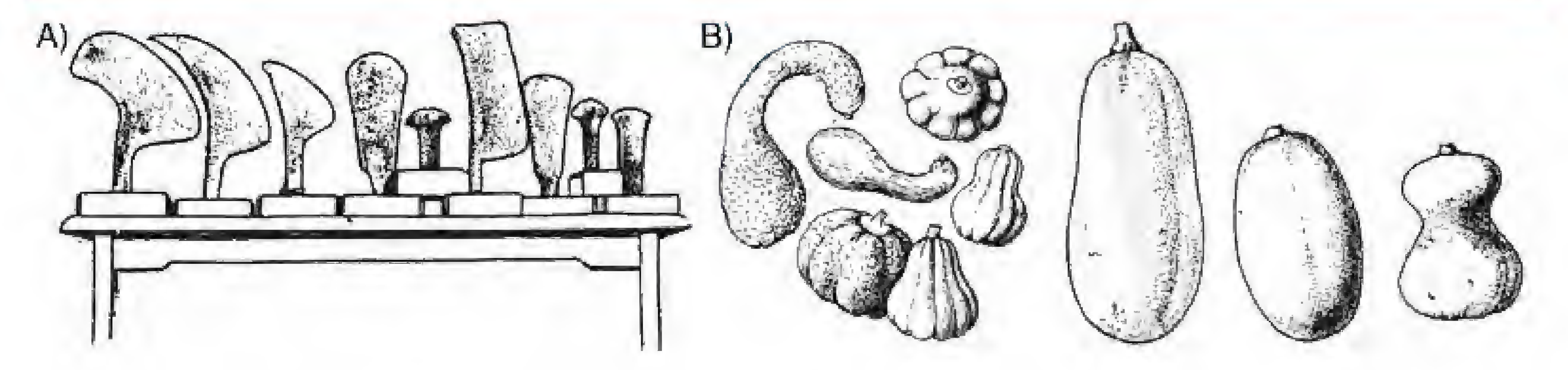


Figura 4. Ilustraciones de N. Vavilov en un artículo publicado en 1931. A) instrumentos de labranza prehispánicos que observó en un museo de la Ciudad de México. Vavílov se sorprendió de la continuidad histórica entre varias de las prácticas agrícolas prehispánicas y las de las comunidades campesinas que visitó. B) Reproducción de un dibujo de Vavílov que ilustra la diversidad de formas de calabaza (*Cucurbita moschata*) que encontró en un mercado en Antigua, Guatemala. Junto con los huertos familiares, los mercados populares fueron fuente importante de información para las expediciones soviéticas a América.

El estudio de procesos de domesticación contemporáneos y de diferentes formas de manejo en las pequeñas parcelas o en los huertos familiares permite entender de mejor manera los criterios de selección utilizados en distintos contextos por los campesinos. Y también permite comprender la interacción de diferentes procesos evolutivos que afectan continuamente la distribución de la variación genética.

La agrobiodiversidad tiene a veces una correlación lingüística, como ocurre en México, donde existen más de 60 lenguas indígenas –a pesar de incontables intentos por destruirlas– y un abanico enorme de prácticas agrícolas y de variedades locales de plantas, cada una de ellas con una manera distinta de nombrarlas. La importancia que daba Vavílov a la información lingüística creció conforme desarrolló su investigación. ¿Qué puede decirle a un evolucionista la diversidad de nombres que recibe una planta en diferentes lenguas indígenas? Vavílov leía en ello un reflejo de la variación relevante para el ser humano. Con una sensibilidad atípica –y una capacidad enorme para aprender a comunicarse en más de 14 lenguas–, se dio cuenta de que los diferentes nombres que recibe una planta en una lengua local podían ser indicadores de adaptaciones específicas ya fuese a un sistema de cultivo, condición microambiental o uso particular. En Oaxaca, el impacto que le causó la diversidad de plantas asociadas a diferentes sistemas de cultivo llevó a que su trabajo tendiese más hacia la etnografía, documentando las prácticas agrícolas (Figura 4A), la diversidad en los mercados e incluso realizando entrevistas más amplias con los campesinos sobre sus criterios de selección. De particular relevancia le pareció el maíz, así como la enorme diversidad morfológica presente en las calabazas, chiles y plantas de cacao en México (Figura 4B).

El artículo de Vavílov *México y Centroamérica como centro básico de origen de las plantas del nuevo mundo* publicado en ruso en 1931, incluye un listado no exhaustivo de más de 60 especies, alimenticias y ornamentales, cuyo centro de origen se ubicó en México y Centroamérica. Vavílov concluyó que México y Centroamérica son un centro de origen de la agricultura y que allí fueron domesticadas plantas como el maíz, tres especies de frijol, cuatro especies de calabaza, el chile, el jitomate, el algodón y el amaranto. Entre las especies arbóreas domesticadas en México incluyó al aguacate, la guayaba, las jícaras y el capulín. Si bien el concepto centro de origen dista de ser bien recibido por las escuelas contemporáneas de biogeografía –las cuales se ocupan de estudiar patrones generales, pero no del origen particular de cada especie–, no se debe perder de vista que lo que preocupaba a Vavílov era identificar las regiones donde se halla la variación genética, a partir de la cual la humanidad trabajó en la domesticación y diversificación de las plantas cultivadas. Este hecho es el que da sentido al concepto de "centro de origen" en el contexto de la agricultura.

Vavílov volvió a México en 1932, aunque con menos suerte, pues sólo pudo visitar Yucatán, ya que no pudo viajar a Chihuahua en busca de semillas de Guayule (*Parthenium argenthatum*) debido a las presiones de la International Rubber Company (hoy *Yulex*) empresa perteneciente a Rockefeller, que en ese momento extraía del país semillas para el negocio del látex. Posteriormente continuó hacia Sudamérica donde ubicó la existencia de al menos otro centro de origen independiente de la agricultura. Este viaje se plasmó en un trabajo posterior, enfocado en la diversidad de las plantas cultivadas en el continente americano y a su relación con las culturas prehispánicas y las prácticas agrícolas indígenas contemporáneas.

Y aquélla semilla sigue germinando

Las colectas de semillas, frutos, tubérculos y ejemplares de herbario hechas en México, fueron depositadas en el Instituto de Botánica Aplicada en Leningrado, hoy San Petersburgo, donde la gran mayoría de esas casi 300 mil muestras, provenientes de 100 países, sobrevive hasta hoy gracias al sacrificio del equipo de trabajadores y estudiantes del propio instituto.

La fortuna de Vavílov comenzó a declinar a partir de 1935, cuando fue expulsado del Comité Ejecutivo Central. Al mismo tiempo, la misma burocracia que truncó la construcción del socialismo soviético, impulsaba las teorías anti-mendelianas de Lysenko, quien sostenía que era posible adaptar plantas y animales a ambientes nuevos, y modificarlos de manera heredable



en la dirección deseada, sin importar su composición genética. En 1940, en una secuela de la brutal represión organizada por Stalin conocida como la *gran purga*, Vavílov fue detenido y acusado injustamente de espiar para el Imperio Británico, apenas un año antes de la invasión nazi de la URSS. Murió en 1943 en la cárcel por desnutrición y otras enfermedades. Mientras tanto, los colaboradores y estudiantes de Vavílov cuidaron la colección de germoplasma de Leningrado durante los largos meses del sitio a la ciudad durante la Segunda Guerra Mundial, algunos de ellos incluso murieron por inanición mientras custodiaban las muestras. Los comandos especiales de las SS alemanas enviados a apoderarse de la colección del Instituto de Botánica Aplicada fracasaron.

Hoy, en una época en la que las empresas transnacionales promueven la conservación *exsitu* y la conversión de las semillas en mercancías patentadas, bien vale la pena señalar que en ninguna parte de la obra de Vavílov se trata a las semillas como propiedad privada. Y recordar, desde el espejo Vaviloviano, que la distribución de la variación genética en los campos de cultivo no es un hecho ya dado, susceptible de ser congelado en bóvedas de semillas como la de Svalbard (*Global Seed Vault*) que las grandes corporaciones promueven como solución a la pérdida de diversidad agrícola. La agrobiodiversidad existente es resultado de un conjunto de procesos evolutivos producto de la interacción entre la sociedad y la naturaleza, y es nuestra responsabilidad colectiva definir si los cambios que ocurren en esa diversidad se dan en función de los intereses comerciales privados o del bienestar colectivo. En su vida, Vavílov no apostó por una falsa neutralidad, tomó partido por la búsqueda de construir una sociedad con justicia y sin explotación, aportando lo mejor de la ciencia de ese momento. Y también por ello, las preguntas que abrió sobre los procesos que dan origen y que mantienen la agrobiodiversidad siguen ramificándose como aquéllos teosintes que su equipo ubicó tempranamente como el ancestro del maíz. Junto a las lanzas terminadas en fuego siguen viviendo y defendiendo sus territorios aquéllos pueblos indígenas que maravillaron a Vavílov y a los que cantó Neruda.

> "Con toda razón, el fitomejoramiento puede ser considerado evolución dirigida de acuerdo a los deseos del ser humano. Enfrentamos la enorme tarea de trabajar las plantas cultivadas y crear formas que satisfagan las demandas de una economía rural socialista. Es imposible lograr esto sin una comprensión histórica, ecológica y geográfica de las especies y su evolución".
>
> Nikolái I.Vavílov, en *The theory of the origin of cultivated plants after Darwin* (1939).

Lev Jardón Barbolla. Jardinero. Estudió Biología en la Facultad de Ciencias de la UNAM y luego el Doctorado en Ciencias en el Instituto de Ecología (IE), también de la UNAM. Actualmente estudia el proceso de domesticación y diversificación de las plantas cultivadas desde un punto de vista evolutivo y genético y su relación con la dimensión política del valor de uso como elemento central en la formación de cultura. Colabora en diversos proyectos de investigación con científicos del IE. Es investigador de Tiempo completo en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM.

Para saber más

- Gould, S.J. 1983. Una audiencia para Vavilov. Pp: 113-121, *en: Dientes de Gallina, dedos de caballo*. Barcelona, España. Editorial Crítica, Colección Drakontos.
- Levins, R. y R. Lewontin. 1985. The problem of Lysenkoism, *en*: *The dialectical biologist*. (Levins, R. y R., Lewontin) Boston, EUA, Harvard University Press.
- Nabham, G.P. 2009. *Where our food comes from: retracing Nikolay Vavilov's quest to end famine*. Washington, EUA, Island Press.
- Pringle, P. 2008. *The murder of Nikolai Vavilov*. Nueva York, EUA, Simon & Shuster, 2008.
- Shumy, V.K. 2007. Two Brilliant Generalizations of Nikolai Ivanovich Vavilov (for the 120th Anniversary). *Russian Journal of Genetics,* 43:1447-1453.
- Sizonenco, A. 1991. *Por caminos intransitados: los primeros diplomáticos y científicos soviéticos en América Latina*. México, Siglo XXI.
- Vavilov, N. 1922. The law of the homologous series of variation. *Journal of Genetics*, 12: 48-81.
- Vavilov, N. 2009. *Origin and Geography of Cultivated Plants.* Translated from Russian by Doris Love. Great Britain: Cambridge University Press.



Artículo

MANOS A LAS ESPINAS: EL TRÁFICO ILEGAL DE CACTÁCEAS

Vania R. Olmos Lau

El tráfico ilegal de especies se puede entender como una forma de secuestro. Año con año miles de bellezas espinosas son secuestradas y transportadas hacia ambientes desconocidos. Algunas terminan en un departamento en Europa, otras son explotadas en el continente asiático para producir miles de hijos, y unas cuantas terminan en las inocentes manos de esa persona especial que realmente las aprecia, aunque no siempre las entiende.

América es el único continente donde las cactáceas nacen, crecen y evolucionan de manera natural. En México tenemos la fortuna de albergar alrededor del 40% de todas las especies de cactáceas del mundo, aproximadamente 678. De éstas, 80% son endémicas, por lo tanto estas últimas sólo se encuentran naturalmente en nuestro país y en ningún otro. La riqueza que representa esta familia para nuestra diversidad biológica y cultural es digna de poner las “manos a las espinas”. Pero todos nosotros ¿qué podemos hacer para conservar esta carismática familia de plantas?

Un espía suculento

Recientemente fui protagonista de una historia que comenzó cuando llegó a mis manos una convocatoria para participar en la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna (CITES, por sus siglas en inglés), la cual se encarga de regular el comercio internacional de especies en peligro de extinción. La venta en línea de *Strombocactus disciformis*, una cactácea en el Apéndice I de CITES, fue el tema que escogí. Con una rápida búsqueda en *Google* es posible encontrar fotos de esta simpática cactácea de la zona centro del país; pero no sólo eso, también existen decenas de páginas que la ofrecen a la venta. Esto se convirtió en mi foco de atención. Mi meta fue determinar la magnitud de la venta en línea de esta cactácea e intentar determinar si el origen del individuo en venta era legal.

La segunda tarea no fue sencilla. Me puse en contacto vía correo electrónico con varias de las personas que ofrecían ésta, y muchas otras cactáceas globosas. Fue aquí donde me imaginé ser un agente secreto del siglo XXI, cuyo *gadget* es una computadora y una @. Le escribí a cada uno de los productores que no declaraban contar con una certificación oficial CITES para el



Strombocactus disciformis en su lugar de origen. Foto. V. Olmos Lau.

comercio internacional, argumentando que quería comprar una planta y que tenía inquietud de que ésta fuera a ser confiscada por las autoridades; ningún comprador se quiere arriesgar a perder su dinero. Para mi sorpresa, este negocio, calculado en 7–8 millones de especímenes en el mercado ilegal por año con un valor aproximado de 2 a 2,000 dólares por planta, resultó mucho más sencillo de lo que debería ser. “Lo mandamos en una caja con el código WDF689”. ”Nunca hemos tenido problemas enviando paquetes fuera del continente”. “Sí, no hay problema, seguido mandamos plantas a Canadá y a Estados Unidos”. “Las semillas van en un sobre y no se notan, nunca hemos tenido problema…” Éstas fueron algunas de las respuestas que recibí.

Strombocactus no es la única víctima de este intercambio irregular. La mayoría de las especies de cactáceas globosas están disponibles en las páginas *web* que visité. El saqueo de los recursos biológicos de nuestro país es reconocido a nivel mundial, con casos tan notables como aquél en el que se ofrecían a la venta plantas propagadas en viveros de Europa antes de que se hiciera oficial la descripción científica de la especie. O el terrorífico caso de *Echinocereus ferrerianus* var. *Lindsay*, que tan sólo quince años después de la publicación de su localidad, se declaró extinta para siempre en tierras mexicanas (hay más historias en *México Desconocido*). Por ello no es sorpresa que 37 % de las cactáceas mexicanas se encuentren bajo alguna categoría de riesgo, como amenazadas o en peligro de extinción de acuerdo



a la NOM-059-SEMARNAT-2010, y toda la familia Cactaceae esté dentro del Apéndice II de CITES.

Con su variedad de formas, colores, texturas y su increíble habilidad para vivir en condiciones extremas, no resulta sorprendente que las cactáceas y otras suculentas nativas de México hayan causado una exorbitante fascinación en miles de personas alrededor del mundo. Particularmente en otros continentes cuyos ecosistemas no tienen el privilegio de albergar miembros de esta familia, pero recientemente se ha observado que el mercado nacional ha crecido considerablemente.

¿Qué opciones tengo?

Entonces, supongamos que soy un coleccionista y he desarrollado una obsesión desproporcionada por esta familia, ¿qué puedo hacer para tratar mis síntomas sin perjudicar a las poblaciones de estas plantas que me gustan tanto? En realidad es muy fácil: informarse sobre qué es lo que compras. Como se puede ver (con base en los resultados de mi búsqueda incógnita), con tan sólo simples preguntas, la información sale a la luz. Sin embargo, lo mejor es confiar en las certificaciones oficiales, ya que para eso se crearon. Dentro de México existen los certificados de las UMA y, para el comercio internacional, los certificados CITES.

En México, las UMA son generalmente administradas por comunidades locales que se dedican a aprovechar especies de flora o fauna de manera sustentable. Pueden ser parte de proyectos tan bonitos como el Centro de Adopción de Plantas Mexicanas en Peligro de Extinción del Jardín Botánico de la UNAM.

Por otro lado, si eres una persona generosa que gusta de compartir las riquezas de nuestro hermoso país con el resto del mundo, un certificado CITES te permite enviar o recibir plantas del extranjero asegurando que no fueron extraídas del medio silvestre, o que se obtuvo dentro de una cuota que no perjudica a las poblaciones naturales. Toda la familia de las cactáceas esta en el Apéndice II de CITES, con algunas excepciones que se encuentran dentro del Apéndice I por ser más vulnerables. El Apéndice II incluye a las especies del Apéndice I propagadas artificialmente. En México, la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT se encarga de emitir los certificados CITES. Como consumidor responsable, esto es lo más sensato que podría hacerse para asegurar que una planta será feliz en su nuevo hogar y no extrañará la comodidad del hábitat en el que ha vivido a gusto durante probablemente décadas.



El Centro de adopción del Jardín Botánico de la UNAM contribuye a la conservación de especies vegetales de México. El público puede adoptar plantas de especies mexicanas extintas en el medio natural, amenazadas, en peligro de extinción o bajo protección especial de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana 945.

Pero, ¿y las semillas?

Hay un tipo de secuestro aún más maquiavélico que el del propio individuo: tal es el secuestro de los hijos, la descendencia… las semillas. Las semillas de todas las especies de cactáceas mexicanas están sujetas a regulación para su exportación y aunque la venta de semillas silvestres es común, sobre todo en el extranjero, es totalmente ilegal. Y recordemos que nuestro país tiene el privilegio de albergar el 40% de los posibles padres de estas semillas y el 100% de la riqueza genética de todas las especies de cactáceas mexicanas.

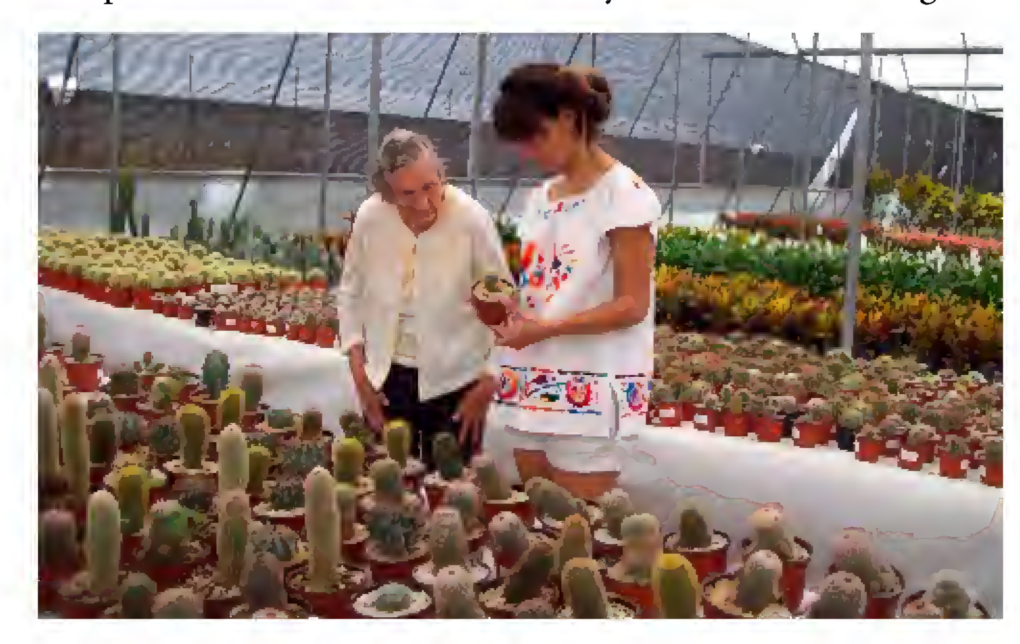
La historia de cómo una semilla puede germinar y crecer, es la de cómo un cactus debe ser un verdadero campeón. Primero necesita tener la suerte de situarse debajo de alguna planta o grieta cuya sombra le permita protegerse de la radiación solar. Luego debe aprovechar cada gota de lluvia que le proporciona la naturaleza durante el verano. Y finalmente tiene que soportar las temperaturas extremas y la sequía características de los ecosistemas áridos. Después de todas estas pruebas que garantizan que es una planta lo suficientemente fuerte para tener el privilegio de vivir en el desierto, el cactus puede ahora sólo preocuparse por crecer y ser un adulto pleno. Aproximadamente sólo una de 100 semillas puede establecerse exitosamente en el hábitat natural, y una proporción mucho menor llegará a la etapa adulta. Entonces, ¿qué pasa si a todos los campeones se los llevan al extranjero? La probabilidad de que una semilla pueda establecerse en el desierto se vuelve menor de lo que naturalmente ya es, ya que entre menos semillas haya en la población disminuye la probabilidad de que se establezcan nuevas plantas.

La guía del *shopping*

Pensemos en algún conocido al que le gustan las cactáceas y las aprecia tanto que quisiéramos regalarle una en su cumpleaños. Vamos a Xochimilco, en la cd. de México, y una nos llama la atención, nos dicen que es rara y sólo quedan tres a la venta; seguro que nuestro conocido hipotético aún no la tiene. Si ya



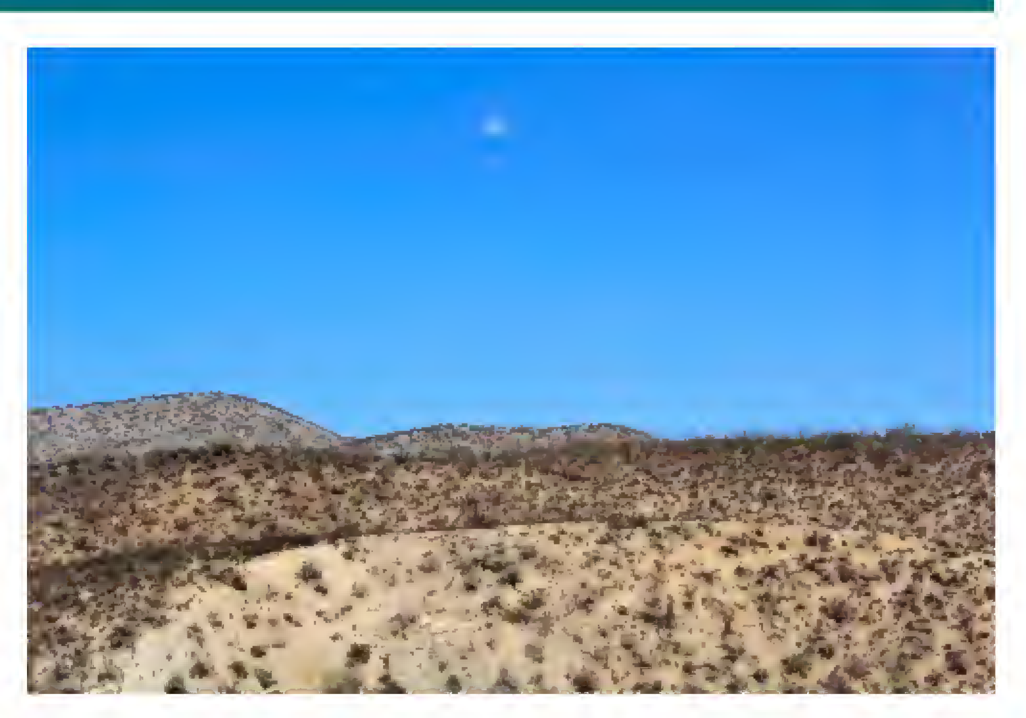
hemos leído este texto, de entrada esto nos debería parecer sospechoso, pero confiamos en la integridad de las personas y decidimos preguntar por el origen de la planta. Nos dicen que es de vivero y entonces preguntamos si tienen alguna certificación de UMA o CITES para comprobarlo. El vendedor argumenta que no la tiene porque es un proceso muy complicado y costoso, pero nos explica que lleva años en esta práctica y que ha perfeccionado el método para el cultivo de las plantas más quisquillosas. Mantenemos nuestra fe en la humanidad y queremos darle a esta persona el beneficio de la duda, y además estamos seguros



Los cactos cultivados en invernaderos son la mejor opción para las personas interesadas en coleccionar estas plantas. Voluntarios cuidan las plantas que se comercializarán en el Centro de Adopción del Jardín Botánico de la UNAM. Foto: V. Olmos Lau.

que nuestro conocido realmente le gustará este cactus. Nos detenemos, lo pensamos un momento. Pero falta un último filtro para llegar a la verdad.

Las plantas de vivero por lo general crecen consentidas. Como las prodigiosas niñas de concursos de belleza, se hace todo por mantenerlas sin un solo rasguño, sin una sola mancha y sin una sola parte fuera de lugar. Así, cuando vemos que la cactácea que estamos tan tentados en comprar tiene marcas cafés como si la hubiesen golpeado, y además le faltan espinas en algunos lugares, por fin lo entendemos. Esta planta ha vivido la vida, ha disfrutado de las altas y bajas de vivir en libertad, y no se trata de una planta de vivero, por un simple capricho, estábamos a punto de convertirnos en cómplices partícipes de un secuestro.



Paisaje desértico del centro de México. México es el país con mayor número de especies de cactos en el mundo. Foto: V. Olmos Lau.

Aunque nuestro conocido y nuestra historia fueron hipotéticos, la situación podría ser muy real. Por ello, ahora tú puedes poner en práctica estos pasos para asegurar que una compra no perjudique la sobrevivencia de una especie en su hábitat natural, donde no sólo es necesaria para adornar el paisaje. Muchos insectos necesitan de estas plantas para alimentarse, insectos de los que a su vez reptiles y mamíferos dependen para subsistir. Estas plantas forman parte de una amplia y complicada red de los paisajes áridos de nuestro país. Y aunque muchas de estas redes y las conexiones que la conforman aún no se entienden por completo, no esperemos hasta que nos falte un componente para entender que éste era la clave que mantenía el equilibrio del mágico desierto.

Como Antoine de Saint-Exupéry dice en *El Principito*: "Lo que embellece al desierto es que en alguna parte esconde un manantial". Podemos decir con orgullo que ese manantial, la biodiversidad de cactáceas, es parte del patrimonio de nuestro país. Por ello cada vez que compremos un cactus, sin importar si es en un invernadero o por internet, asegurémonos de poner las manos en las espinas correctas.

Vania R. Olmos Lau. Es estudiante de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Está en el Laboratorio de Genética y Ecología del Instituto de Ecología, UNAM haciendo su tesis de licenciatura.

Para saber más

- Especies incluidas en CITES
- Guía de identificación de especies CITES
- Martínez-Peralta, C. y Mandujano, M.C. 2009. Saqueo en poblaciones naturales *Ariocarpus*: el caso de A. agavoides. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 54:60-62.
- Robbins, C.S., ed. 2003. Comercio Espinoso. *Comercio y conservación de cactos en el Desierto Chihuahuense*. Fondo Mundial para la Naturaleza. Washington, D.C.
- Sánchez M.E.y Cantú J.C. 1999. La guerra de las cactaceas. *Este Pais*, 102, Septiembre.



Artículo

Sucesión vegetal: modelo de restauración ecológica como alternativa para la reforestación

Arturo Garrido Pérez, Rosario Castillo Rendón, Jimena Montes del Río, Alberto Labastida

Los ecosistemas tienen dos propiedades fundamentales que les permiten lograr un grado de estabilidad en el tiempo y el espacio; estas son la resistencia a las perturbaciones y la capacidad de resiliencia, es decir el potencial de regresar a su estado original por medios propios después de un disturbio. Estas propiedades no garantizan que los ecosistemas siempre sean estables, ya que dependerá en gran medida del estado previo y del grado de perturbación al que se ven sometidos. De esta manera, cuando los ecosistemas sufren disturbios o modificaciones mayores a su capacidad de resistencia y resiliencia, especialmente los ocasionados por actividades humanas, se hace necesario que los propios humanos intervengan buscando que al final de cuentas, los ecosistemas lleguen al estado original de equilibrio o cercano a éste. De esta manera es de esperarse que soporten disturbios futuros, e igual de importante, que puedan seguir proveyendo los múltiples servicios ecosistémicos básicos tanto para su propia subsistencia, como para otros ecosistemas y para la sociedad que dependemos de ellos.

La Fundación Pedro y Elena Hernández A. C., contribuye a conservar, restaurar y proteger el medio ambiente, buscando el equilibrio entre el desarrollo del ser humano y su entorno. La Fundación selecciona bajo criterios socioambientales específicos, zonas que son de valor estratégico para el país, por ejemplo, las cuencas hidrológicas o algunas áreas protegidas. Una de ellas es la cuenca hidrográfica del Río Eslava, al sur de la ciudad de México, cuyo límite ejidal casi coincide con el límite hidrográfico de su cuenca. Este ejido cuenta con el parque ejidal de San Nicolás Totolapan, cuya oferta de servicios ambientales, principalmente hídricos y de biodiversidad, son fundamentales para la Ciudad de México.



Nuestro proyecto de conservación y restauración de la Microcuenca del Río Eslava-Ejido de San Nicolás Totolapan, tiene el objetivo de proteger y mejorar la calidad de los servicios ambientales que provee la cuenca. Foto: Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C.







Ubicación de la microcuenca del Río Eslava. Fuente: ESRI, NASA, NGA, USGS, consultada en julio de 2015; y el Marco Geoestadísitico Estatal, 2010, INEGI.

Dentro de los límites del parque, que ocupan la zona media y alta de la cuenca, se definieron zonas de las que era estratégico comenzar a restaurar la funcionalidad ecohidrológica de las corrientes de primer orden. Esto consistió en regenerar y confinar sus corredores riparios, es decir por donde fluye agua, junto con los principales sistemas de manantiales que son los que abastecen permanentemente las principales corrientes del río Eslava.

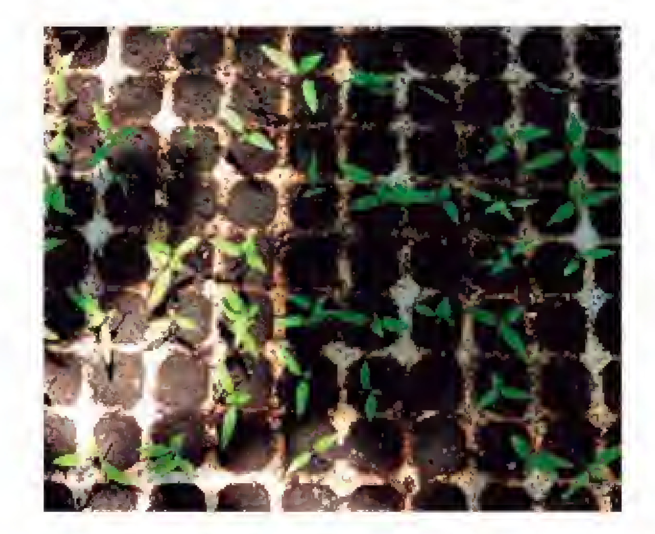
Se seleccionaron las cabeceras de cuenca y tramos de ríos empleando técnicas y herramientas de análisis territorial, como la geomorfología fluvial, la ecología del paisaje, la cobertura vegetal y la degradación de suelos, los sensores remotos y los Sistemas de Información Geográfica, junto con el trabajo de campo.

Para poder iniciar los trabajos de restauración de riberas, se elaboró un inventario general de las plantas nativas, incluyendo los estratos bajos del bosque (sotobosque). Con el fin de hacer un trabajo más rápido nos apoyamos en publicaciones científicas, recorridos de campo e integrando el vasto conocimiento local (o tradicional) de las plantas pioneras que tiene la comunidad de este ejido.

De un total de 30 especies se seleccionaron cinco para comenzar a reproducirlas por esquejes y luego transplantarlas hacia sitios determinados. Para ello se elaboró un protocolo de reproducción que incluyó la instalación de invernaderos así como la generación de sustrato adecuado para el cultivo de las plantas, desarrollando compostas de diferentes tipos.

Todo esto se hizo con ayuda y participación de la comunidad y sus autoridades ejidales, lo que contribuyó a que los ejidatarios conocieran este modelo de restauración y se sensibilizaran respecto a la relevancia de nuestro trabajo en la cuenca alta.

Adicionalmente se capacitaron y contrataron 50 personas para trabajar en los procesos de restauraciónn, por al menos





Reproducción de esquejes de plantas nativas de sotobosque para la restauración de riberas y mantiales. Foto: Fundaciòn Pedro y Elena Hernández, A.C.







Colocación de cercados para confinar y proteger del ganado y del vandalismo a las áreas de manantiales y riberas restauradas. Foto: Fundaciòn Pedro y Elena Hernández, A.C.

tres años. Esto derivó en empleos permanentes, sensibilización y capacitación, así como en derrama económica.

Con base en el trabajo que se hizo en la zona, se propuso un modelo integral de restauración basado en sucesión vegetal. Inicialmente se indujo el crecimiento de especies pioneras de sotobosque, principalmente senecios. Estas plantas, en espacios confinados del ganado y del turismo de la zona, permitirán la generación de condiciones más estables en el suelo, el agua y en otras comunidades vegetales pioneras. Con este trabajo y los buenos resultados obtenidos (principalmente favorecer el crecimiento de especies nativas sobre las invasoras, disminuir los procesos erosivos y el incremento y estabilidad de los ojos de agua o manantiales) buscamos que la restauración del parque ejidal de San Nicolás Totolapan se convierta en un ejemplo para la recuperación de ecosistemas a nivel nacional, y generar otras opciones distintas a otras técnicas de regeneración y restauración ecológica.

Actualmente en México se utiliza a la reforestación como la herramienta alternativa para la recuperación vegetal de los ecosistemas degradados y deforestados. La reforestación consiste en repoblar con vegetación arbórea (y en casos muy particulares, matorrales) zonas que fueron perturbadas porque ya no tienen su cobertura vegetal original. La reforestación hace uso de especies de plantas nativas (originarias del ecosistema) o exóticas (especies de origen ajeno al ecosistema como el ampliamente usado eucalipto). Estas especies pueden ser trasplantadas de ecosistemas aledaños o pueden provenir de viveros. En estos últimos se pueden desarrollar más rapidamente las plántulas, pasando también por un procedimiento de adaptación a las condiciones climáticas de las áreas. Esto se realiza por medio de semillas o por métodos de propagación vegetativa. Las plantas que así se obtienen posteriormente serán sembradas en la zona de interés. De acuerdo con Kevyn E. Wightman y Blas Santiago, en su artículo *La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas* a nivel nacional sólo el 40% de las áreas reforestadas cuentan con una cantidad aceptable de supervivencia de las nuevas plantas sembradas, teniendo como principal causa de muerte la sequía. Así es evidente que para recuperar la cobertura vegetal es necesario, antes que nada, recuperar la funcionalidad del ecosistema y fomentar su equilibrio.

No obstante, el equilibrio de un ecosistema se mantiene porque hay muchos factores interviniendo a la vez: el relieve y los procesos que ocurren en las laderas, el suelo, el agua en el suelo y el agua en las vertientes, la disponibilidad de nutrientes, la flora y la fauna, entre otros. Si se considera uno sólo de estos componentes, no será posible lograr la recuperación total de la funcionalidad de un ecosistema. A este tipo de enfoque se le conoce como restauración, y se han desarrollado diferentes modelos que se emplean exitosamente. Uno de ellos es la restauración por sucesión vegetal e inducción del pionerismo, como el que se propuso para el parque ejidal de San Nicolás Totolapan.

La sucesión vegetal y la restauración se encuentran íntimamente ligadas. Por un lado, durante la sucesión, las especies y el sustrato donde se desarrollan cambian a través del tiempo, y la restauración busca la manipulación de esos cambios para agilizar la recuperación de los sistemas perturbados. En ambos procesos, uno natural y el otro manipulado por el ser humano, es necesario tomar en cuenta características como la pérdida de cobertura, los ciclos biogeoquímicos, composición y estructura de la comunidad, las dinámicas de las poblaciones y los atributos de las especies. También es necesario llevar a cabo análisis generales sobre los dos procesos.







Establecimiento de plantas pioneras en las áreas confinadas para la restauración y arreglo de cause. Foto: Pedro y Elena Hernández, A.C.

El modelo de sucesión vegetal, propuesto por primera vez en 1916 por el ecólogo Frederic Clements, ha resultado una gran herramienta para la restauración. Permite por ejemplo, proyectar una idea sobre lo que se puede lograr a largo plazo, por medio de la observación de ecosistemas semejantes. Si se conoce cómo viven las especies animales y vegetales del sitio, es posible generar predicciones a corto plazo. Los métodos que se han desarrollado para estudiar la sucesión vegetal y que pueden ser útiles para la restauración, incluyen investigaciones sobre las plantas agrupadas de acuerdo a su función en el ecosistema, selección de posibles especies a partir de otras potenciales (conocido técnicamente como filtros para las especies) y análisis de ecosistemas similares.

Una vez que se conocen los componentes, procesos y causas de deterioro del ecosistema a restaurar, se plantea e instrumenta el modelo de sucesión. Es importante tener presente que puede haber cambios en el transcurso de este tipo de procesos, ya que una de las características de la sucesión es que, al ser un proceso dinámico, pueden presentarse resultados inesperados pero propios del ecosistema.

El principal objetivo de la restauración por sucesión consiste en facilitar que un ecosistema se recupere y llegue a ser sostenible y estable siguiendo su curso natural. Así, la primera etapa y la base de la sucesión, es la dispersión de plantas pioneras nativas del estrato herbáceo. En el caso de la restauración, las plantas pioneras son seleccionadas porque serán capaces de colaborar en la creación de combinaciones vegetales adecuadas que permitan llevar al ecosistema hacia la dirección deseada. La meta final de un proyecto de restauración por sucesión es lograr un ecosistema sostenible y lo suficientemente estable como para soportar futuros disturbios que pueden estar asociados con las actividades humanas. Pero principalmente, se busca fortalecer los servicios y funciones ecosistémicos fundamentales para esta cuenca hidrológica.

En el parque de San Nicolás Totolapan del río Eslava se ha implementado esta metodología, con el fin de recuperar la funcionalidad del ecosistema.

De 2012 a 2014, hemos encontrado que el nivel de supervivencia de las 15,000 plantas de sotobosque que plantamos es de 85%. El factor clave de su desarrollo inicial en el invernadero es el suelo y la temperatura. Si se protegen y se aíslan los espacios de restauración seleccionados, comienzan a resurgir otras especies pioneras nativas herbáceas y arbustivas, desplazando a las especies invasoras, sin importar si son nativas o exóticas. Las fuentes hídricas que eran temporales poco a poco se van haciendo permanentes.

Hemos observado que, al poco tiempo de generar nuevas condiciones a lo largo de los corredores riparios empleando plantas pioneras nativas del sotobosque, las condiciones son más favorables porque el suelo cambia en el sentido que mejora la infiltración, aumenta la presencia de otras especies nativas y se recuperan importantes rasgos hídricos como son los manantiales y pequeños riachuelos. Esto nos permite afirmar que si estos espacios muy degradados, son restaurados con una lógica distinta a la reforestación tradicional (es decir, con fines comerciales, como la que promueve la CONAFOR), en poco tiempo, y con costos menores, se pueden implantar modelos exitosos que sirvan como base inicial para inducir o ayudar a plantar estratos arbóreos en subsecuentes etapas. Es indispensable cambiar la percepción que tenemos de las comunidades forestales en el país y también es fundamental integrar, de manera efectiva, estos procesos.



Arturo Garrido Pérez. Es geógrafo con maestría en degradación de tierras, sensores remotos y sistemas de información geográfica. Tiene 18 años de experiencia en el manejo, conservación y restauración de recursos naturales. Ha hecho investigación aplicada en estos temas. Actualmente es el director de Proyectos Ambientales de la Fundación Pedro y Elena Hernández A.C. en el diseño de proyectos territoriales para recuperar la funcionalidad ecosistémica de los territorios de manera sustentable.

María del Rosario Castillo Rendón. Tiene más de 6 años de experiencia en el manejo de sistemas de información geográfica y procesamiento de imágenes satelitales. Actualmente es coordinadora Técnica de Proyectos Ambientales en Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C.

José Luis Zermeño Richaud. Es licenciado en Administración de Empresas, por la Universidad La Salle. Cuenta con nueve años de experiencia como publirrelacionista; dos de ellos colaborando en temas de responsabilidad social y ecología en conjunto con la Fundación Pedro y Elena Hernández, A. C. Apasionado de la naturaleza y de su defensa.

Jimena Montes del Río. Es egresada de la Facultad de Ciencias, UNAM. Tiene experiencia en educación ambiental y en el diseño y uso de herramientas didácticas. Ha participado activamente en todas las etapas de los proyectos territoriales, en asuntos administrativos y de gestión de proyectos de la Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C. Es coordinadora nacional de los proyectos de la Fundación.

Para saber más

- Anderson, B.N., Howarth, R.W., Walker R. Lawrence, Eds. *Linking restorationg and ecological succession*. Springer Series on Environmental Management, Volumes published since 1989, EUA.
- Clements, F.E. 1916. *Plant Succession: An Analysis of the Development of Vegetation*. Carnegie Institution of Washington Publication 242, Washington, D.C., EUA.
- Fundación Pedro y Elena Hernández, A.C.
- Wightman, K.E. 2003. Blas Santiago Cruz. La cadena de la reforestación y la importancia en la calidad de las plantas. Pp. 45-51, *en: Foresta Veracruzana*, Vol. 5, Núm. 1, Recursos Genéticos Forestales México.
- Sánchez, Oscar, *et al.* 2005. *Temas sobre restauración ecológica*. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.



Hecho en casa

Historia de la evolución de los murciélagos de hoja nasal

Roberto Emiliano Trejo Salazar. 2013. *Tiempos de Divergencia de la Familia Phyllostomidae (Chiroptera): Origen de la Nectarivoría.* **Instituto de Ecología, UNAM. Tesis de Maestría, Programa Ciencias Biológicas, UNAM. Director de tesis: Dr. Luis E. Eguiarte. Esta tesis recibió el reconocimiento** *Bernardo Villa*, **2014.**

Estudiar los patrones evolutivos a partir de la ecología de los organismos no es un enfoque nuevo. Este tipo de estudios se ha desarrollado desde los trabajos clásicos de naturalistas como Charles Darwin y Alfred R. Wallace del siglo XIX. Sin embargo, fue hasta 1958 que León Croizat acertadamente señaló que "la Tierra y la biota evolucionan juntas". Para comprender la relación entre ecología y evolución, considero que uno de los mejores modelos son los murciélagos, particularmente los miembros de la familia Phyllostomidae. Este grupo de quirópteros tienen nariz en forma de hoja y sólo se encuentran en América (Figura 1).

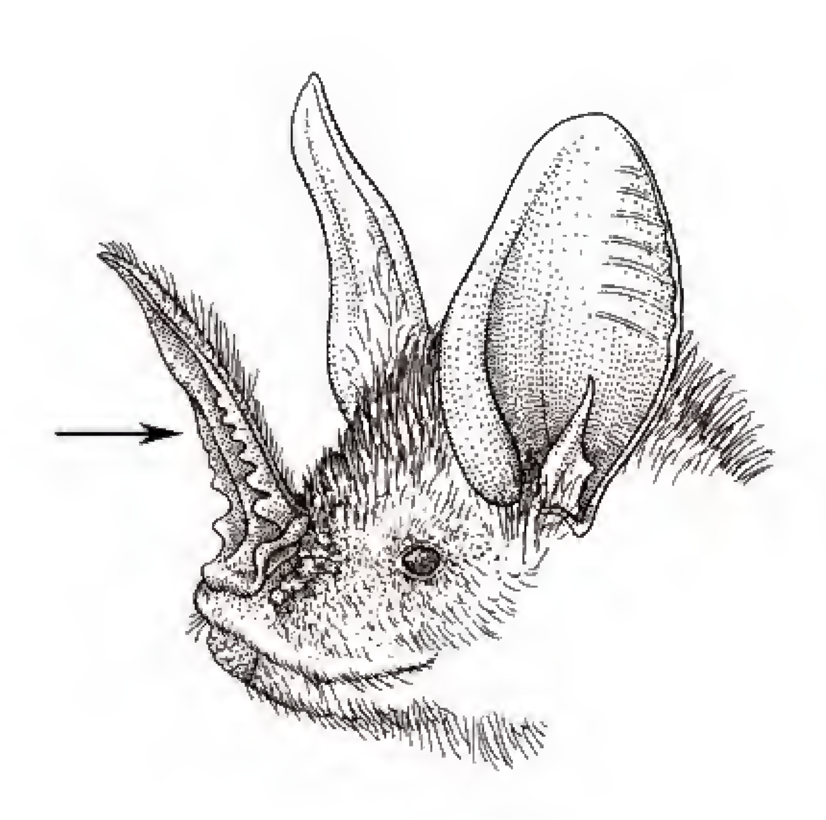


Figura 1. Detalle de la cara de un murciélago en la que se aprecia la hoja nasal. Imsgen: cortesía R. A. Medellín.

La familia Phyllostomidae, además de poseer ecolocalización para ubicarse en el espacio y rastrear el alimento, es también una de las más diversas del orden Chiroptera, con poco más de 170 especies, sólo debajo de la familia Vespertilionidae y Pteropodidae. Los murciélagos de la familia Verspertilionidae viven en todo el mundo y los segundos, los zorros voladores –Pteropodidae–, sólo se encuentran en la región tropical y subtropical del viejo mundo. En la familia Phyllostomidae podemos observar todos los tipos de alimentación de los murciélagos. Así, se conocen especies que sólo consumen sangre (hematófagas), frutas (frugívoras) y algunas son carnívoras, hay otras que pueden combinar su alimentación (omnívoras), incluso hay reportes de especies que comen hojas y por supuesto, también existen las que consumen polen y néctar. Gracias a su gran diversidad de formas alimenticias, los miembros de la familia Phyllostomidae juegan distintos papeles ecológicos, algunos muy importantes en las comunidades donde habitan. Los insectívoros ayudan al control de plagas; los frugívoros ayudan a la dispersión de semillas y por supuesto aquellos que llevan a cabo la polinización de una gran variedad de plantas son los nectarívoros o polinívoros.

Los murciélagos considerados estrictamente nectarívoros que habitan en México se han agrupado en la subfamilia Glossophaginae, pero también se conocen especies de las subfamilias Brachyphyllinae y Phyllonycterinae que contribuyen de manera eficiente a la polinización de varias especies de plantas en Centroamérica y el Caribe, todos ellos son miembros de la familia Phyllostomidae. Los glosofaginos mexicanos en su mayoría habitan en zonas secas y tropicales, con temperaturas relativamente altas y precipitación baja. Pueden vivir en bosques caducifolios y subcaducifolios, en bosques de arbustos espinosos y zonas semidesérticas y desérticas. Entre los glosofaginos mexicanos tenemos a *Choeronycteris mexicana*, también hay dos especies de *Leptonycteris* (*L. yerbabuenae*, *L. nivalis*) y varias especies del género *Glossophaga* que en general son más tropicales. Estos murciélagos son los principales polinizadores de plantas como agaves, cactáceas columnares, y árboles como los pochotes (varias especies del género *Ceiba*) y los cazahuates (algunas especies de *Ipomoea*) (Para saber más visite: De calorías y murciélagos en el *Blog* La Huella del Jaguar). La pérdida o disminución de las poblaciones de murciélagos nectarívoros puede ocasionar un impacto negativo para estas especies vegetales, muchas de las cuales son especies clave o dominantes ecológicamente, y otras pueden tener valor económico, por ejemplo los agaves que se usan para producir bebidas como los mezcales y el tequila.

El objetivo de mi tesis fue analizar a detalle la filogenia o genealogía de las especies y entender cómo ha evolucionado la familia Phyllostomidae en el tiempo. Esto se puede estudiar



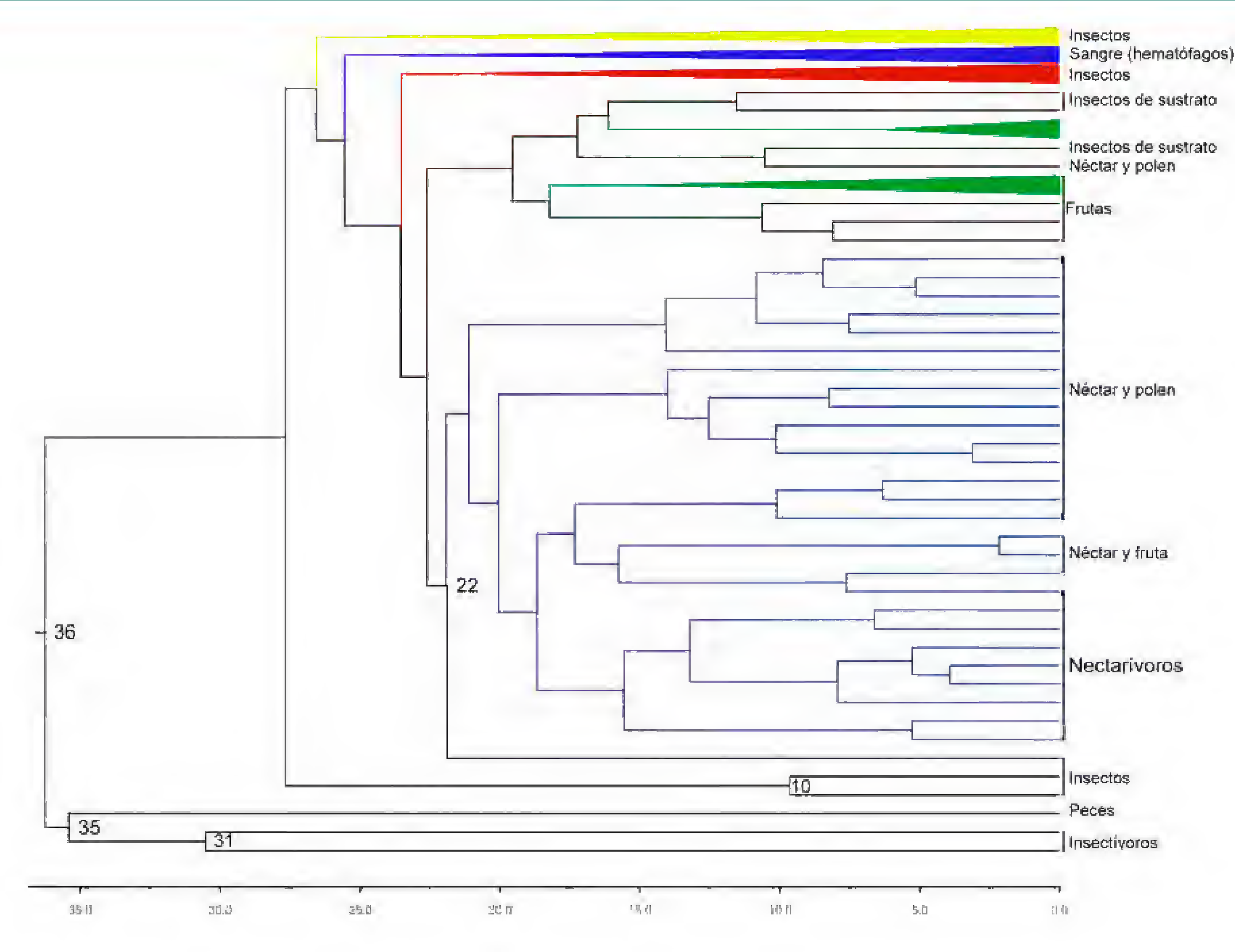


Figura 2. Filogenia fechada de la familia Phyllostomidae. Los números señalan la edad en millones de años.

a partir de secuencias de ADN del gen citocromo-*b* (*Cyt-b*) que está en la mitocondria y del gen RAG2 que se encuentra en el núcleo de la célula. En particular, buscaba contribuir a entender cómo evolucionó la nectarivoría, es decir el gusto por el polen y néctar de las flores. Analicé 120 especies, 22 pertenecen a la subfamilia Glossophaginae.

Encontré que los filostómidos se agruparon en su mayoría en las subfamilias y tribus que reconocen los especialistas en murciélagos (Figura 2), las cuales además coinciden con la naturaleza de sus dietas. Es decir, los murciélagos hematófagos (Desmodontinae) forman un grupo exclusivo (monofilético), al igual que los frugívoros (Stenodermatinae) y nectarívoros (Glossophaginae); los únicos murciélagos que no forman un grupo monofilético que mantenga a todos sus miembros juntos, fue el de los consumidores de insectos (subfamilia Phyllostominae). El grupo de los murciélagos consumidores de néctar surgen, al igual que el resto de los miembros de la familia, a partir de un ancestro que consumía insectos y es un grupo hermano de los murciélagos que consumen frutos.

A partir de la reconstrucción filogenética y los cálculos de edades, pudimos establecer que el origen de la familia Phyllostomidae ocurrió hace aproximadamente 28 millones de años (m. a.); dentro de ésta, el grupo de los murciélagos especializados en consumo de frutos, Sternodermatinae, se originó hace unos 15 m.a. La familia Glossophaginae, los necatrívoros, aparecieron hace aproximadamente 23 m.a. y dentro de esta subfamilia encontramos a la tribu Choeronycterini con una edad de casi 13 m.a. y las especies del género *Leptonycteris*, tal vez el grupo más estudiado por su tarea como polinizador, que cuenta con una edad de poco más de 7 m.a (Figura 2).

Las edades que se mencionan anteriormente coinciden con algunos eventos ecológicos, climáticos y geológicos ocurridos a nivel global, lo cual hace muy interesante el análisis de ésta familia y particularmente del grupo de los consumidores de néctar. La mayoría de las subfamilias de murciélagos filóstomidos aparecieron durante el Mioceno, incluyendo a los nectarívoros. Lo mismo ocurrió con los colibríes, quienes muestran su mayor radiación en el Nuevo Mundo durante la misma época, hace unos 17 m.a.

La tasa de diversificación es un índice que se representa como el número de especies que surgieron por cada millón de años, y este cálculo se puede realizar únicamente para grupos monofiléticos como los que se obtuvieron en este trabajo. Por lo tanto fue posible utilizar dicha tasa para conocer la velocidad con la que han aparecido las especies de los diferentes grupos que conforman a la familia. Así fue que para el conjunto de Phyllostomidae, determiné que la tasa de diversificación promedio fue de 0.19 especies por millón de años. Para los grupos monofiléticos dentro de la familia, obtuve diferentes resultados. Por ejemplo, la subfamilia de los vampiros tiene la tasa de di-



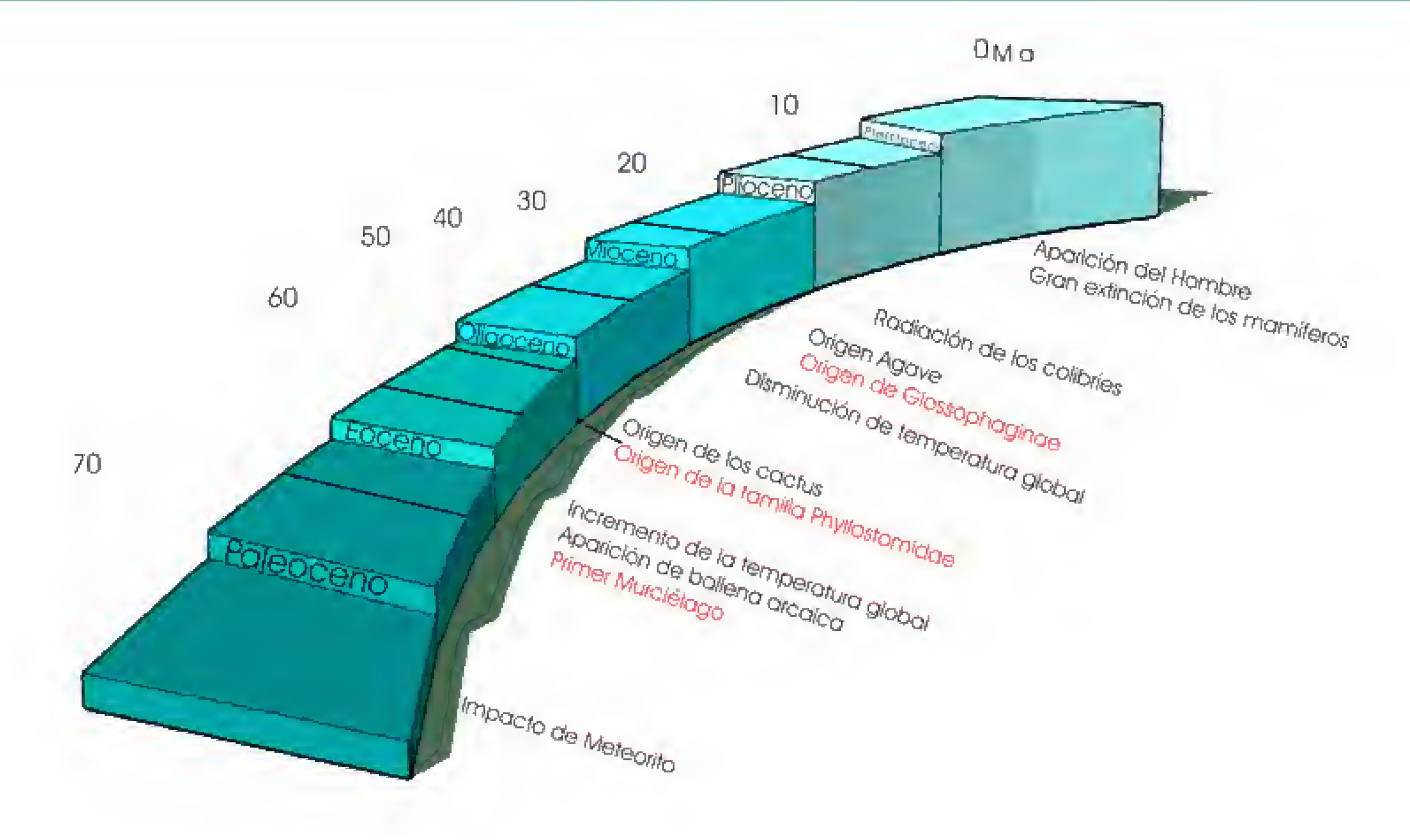


Figura 3. Eras geológicas de la Tierra y la relación de eventos climáticos y biológicos con origen de los murciélagos filostómidos.

versificación más baja de sólo 0.052 especies por millón de años. La tasa más alta fue la de los frugívoros, Stenodermatinae, 0.284 especies por cada millón de años, mientras que los nectarívoros resultaron intermedios, con una tasa de 0.175 especies por millón de años. Estos datos son interesantes al compararlos con las tasas de diversificación de otros grupos, como por ejemplo el de las plantas con flores. Así lo realizaron Susana Magallón y Amanda Castillo en el 2009, en su trabajo sobre diversificación de las angiospermas en el tiempo. Las autoras mencionan que aumentó el número de especies de las plantas con flores hace 34 m.a., en el periodo entre el Eoceno y Oligoceno, fecha que se encuentra muy cercana al momento en el que se separa la familia Phyllostomidae del ancestro común que compartía con las familias Mormoopidae y Noctilionidae. Además, algunos grupos de plantas también coinciden en tiempos de divergencia con especies de murciélagos nectarívoros. Por ejemplo, el origen de los cactus coincide con el origen de la familia Phyllostomidae (Figura 3); más recientemente, cuando se originan los agaves también se originan los murciélagos nectarívoros hace más de 20 millones de años (Figura 3). Actualmente los murciélagos nectarívoros se alimentan del néctar que producen estas plantas. Estos patrones evolutivos muestran claramente que el botánico franco-italiano León Croizat tenía razón cuando propuso, hace más de 50 años, que "la Tierra y la biota evolucionan juntas".

Roberto E. Trejo Salazar. Estudió biología en la Facultad de Ciencias, UNAM e hizo la maestría en el Posgrado de Ciencias Biológicas de la UNAM, en el laboratorio de Evolución Molecular y Experimental del Instituto de Ecología bajo la dirección del Dr. Luis E. Eguiarte Fruns. Actualmente estudia el doctorado en el laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres dirigido por el Dr. Rodrigo A. Medellín Legorreta. Le interesa la investigación en sistemas de polinización y evolución de murciélagos.

Para saber más

- Barba Montoya, J.A. 2012. *Diversificación de Pachycereeae* (Cactacea, Caryophyllales, Eudicotylodoneae) *en relación al síndrome de polinización*. Tesis de Maestría. UNAM.
- Fleming, T.H., C., Geiselman y W.J., Kress. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany*, 104:1017-1043.
- Flores, I.N. 2007. *Coevolución entre el género* Agave sensu lato *y sus murciélagos polinizadores* (Phyllostomidae). Tesis de Maestría. UNAM.
- Good-Avila, S.V., V., Souza, B.S., Gaut y L.E., Eguiarte. 2006. Timing and rate of speciation in Agave (Agavaceae). *Proccedings of the National Academy of Sciences*, 103:9124-9129.
- Magallón, S., y A., Castillo. 2009. Angiosperm diversification trough time. *American Journal of Botany*, 96:349-365.



Reseña

"¿Qué es la vida?", una obra magistral de biología y metafísica

Ignacio J. March Mifsut

Margulis, L. y D. Sagan. 1996. *¿Qué es la vida?* **Tusquets Editores. Colección Metatemas. Barcelona, 208 págs. España. ISBN: 978-84-7223-799-5.** Costo 779 pesos.

Una gran obra de grandes autores

Hace ya casi dos años, en una de las frecuentes visitas que hago a las librerías me encontré un libro que en su portada mostraba con grandes letras un título siempre intrigante: *¿Qué es la vida?*; al revisar su autoría supe inmediatamente que debía leerlo cuanto antes: Lynn Margulis y DorionSagan. Lynn Margulis (1938-2011) fue una extraordinaria bióloga de la que me declaro un ferviente admirador desde que estudiaba la carrera de biología, pues impulsó una de las teorías más audaces en el campo de la ciencia: la endosimbiosis, pese a que se ha propuesto que la teoría de la endosimbiosis primero la concibió A.F.W. Schimper en 1883 y después la desarrolló en detalle el ruso K. Mereshkowski en 1905. Dorion Sagan es el hijo que resultó de su matrimonio con el brillante científico y divulgador de la ciencia, Carl Sagan (1934-1996), quien en la serie de televisión *Cosmos* nos enseñó una nueva perspectiva de cómo percibir el universo en términos de materia y energía, y fue autor de diversas teorías e ideas sobre la vida en la Tierra. Uno de mis libros favoritos de Carl Sagan ha sido *Los dragones del Edén*, con el que ganó el premio Pulitzer en 1978. Entre otras cosas, este libro plantea el famoso "calendario cósmico", una ingeniosa forma de ayudar a entender que la aparición del ser humano y el desarrollo de lo que llamamos humanidad han ocurrido apenas en el último instante de la longeva existencia del Universo. Como era casi de esperarse, Dorion Sagan es también un brillante divulgador de la ciencia y ha escrito numerosas obras, muchas de ellas directamente relacionadas con los temas de enfoque de sus padres.

¿Qué es la vida? es seguramente una de las preguntas fundamentales que una persona se puede hacer, pero al mismo tiempo parece tan obvia que quizás muchos jamás se la hayan hecho. ¿Cómo explicar y comprender algo tan complejo como el fenómeno que hemos nombrado utilizando simplemente cuatro letras: "vida"?

¿Qué es la vida? es una obra apasionante que provoca la reflexión profunda sobre la existencia misma. Las ilustraciones y



fotografías que acompañan al texto son excepcionales y de enorme ayuda para entender ideas y conceptos. Es un libro para lectores interesados en los campos del conocimiento científico, la filosofía, la metafísica, y fundamentalmente, de la biología. Para los biólogos y biólogas, sobre todo para aquéllos que no hemos podido estar al tanto de los recientes hallazgos científicos sobre los aspectos más fundamentales de la vida, es una lectura indispensable. En general tiene un lenguaje accesible para cualquier persona con una cultura amplia, aunque algunas partes son un poco más complicadas porque involucran conceptos complejos.

El libro prácticamente es el "guión" de una película que relata los 4,500 millones de años de la vida en nuestro plane-

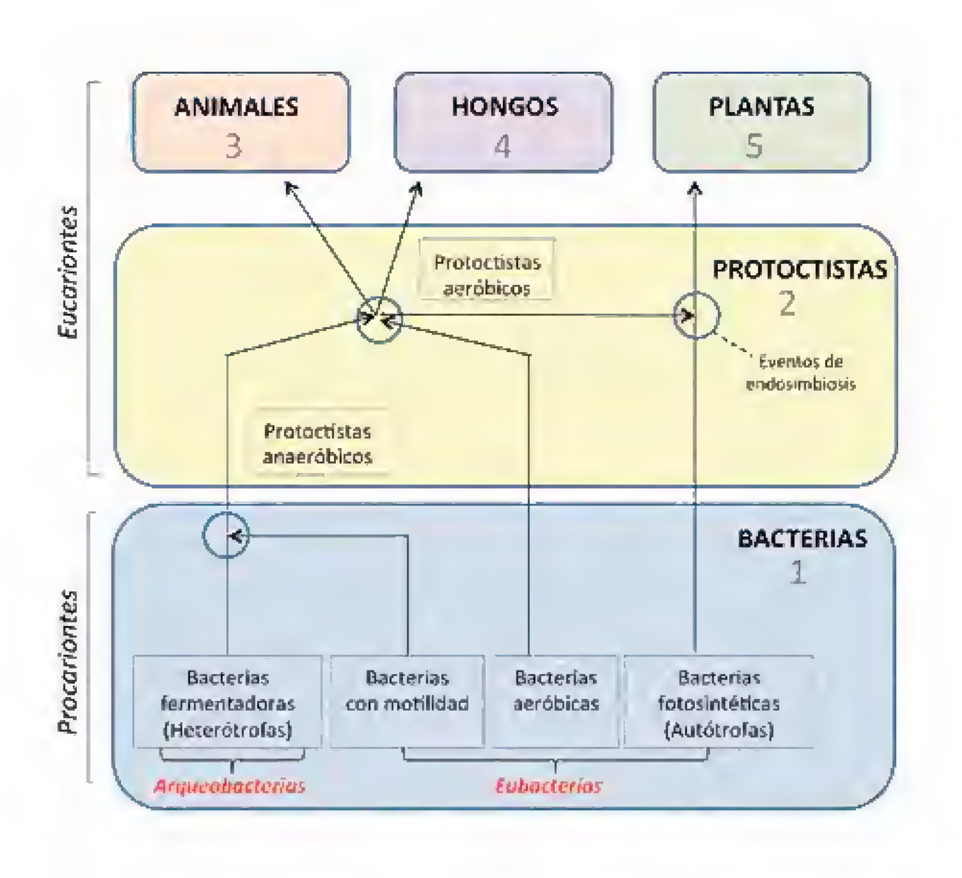


ta: describe escenarios y actores de los principales eventos de la evolución biológica y explica su reconstrucción, utilizando las evidencias que ofrecen diversos descubrimientos y hallazgos en el registro fósil, así como también la fisiología celular, la genómica, la adaptación evolutiva de las especies y la propia diversidad biológica. El "guión" de esta fascinante "película" inicia describiendo conceptos fundamentales de lo que es la vida y también de lo que es la muerte. Menciona por ejemplo que la autopoiesis o autopoyesis es la capacidad de un organismo de mantenerse a sí mismo, lo que caracteriza a la vida. La biosfera entera es autopoyética puesto que se mantiene así misma. Cada uno de nosotros experimentamos la autopoyesis, ya que según Margulis y Sagan, cada año el 98 % de los átomos que constituyen nuestro cuerpo son reemplazados; nuestro organismo está continuamente reparándose por medio de substituir células que mueren con células vivas. De esta manera, las células del hígado completo se renuevan cada dos meses y toda nuestra piel cada seis semanas.

La importancia primordial de las bacterias

En el libro se describen las formas de vida desde los primeros tiempos, incluyendo las extraordinarias capacidades y funciones de las bacterias, el fenómeno de la endosimbiosis y el surgimiento de los cinco reinos biológicos que existen en el planeta.

Se plantea que la vida se expresa como una verdadera fuerza geológica que transforma al propio planeta a través de la acción masiva de las bacterias. Las bacterias son los organismos más antiguos, ya sea como organismos independientes o formando parte de células mayores, y son las formas de vida más abundantes, siendo las principales impulsoras de la ecología del planeta. Recordemos que gracias a las bacterias fotosintéticas, el planeta adquirió una atmósfera rica en oxígeno que lo hizo habitable para los organismos aeróbicos; las bacterias son los únicos organismos que no dependen de ningún otro para vivir.



Lynn Margulis fue una defensora de adoptar este nuevo sistema de clasificación de cinco reinos para los seres vivos. Imagen: I. March Mifsut.

La asociación entre organismos sencillos y complejos

En el libro *¿Qué es la vida?* se identifica a la simbiosis como una poderosa fuerza de la evolución, y por supuesto se detalla cómo pudo haber ocurrido la endosimbiosis, proceso en el que bacterias establecieron una alianza permanente con células que primero las ingirieron, pero que eventualmente sobrevivieron y encontraron dentro de las células un ambiente más estable, protección y alimento. La endosimbiosis (o simbiogénesis) puede ser entendida como una asociación en la cual un microorganismo, como por ejemplo una bacteria, habita en el interior de la célula de un organismo superior, relación que evoluciona con el tiempo hasta que el microorganismo realiza funciones metabólicas indispensables para la célula y prácticamente se convierte en un organelo celular. Margulis planteó que fue de esta forma como las células de plantas y animales desarrollaron cloroplastos y mitocondrias respectivamente; estos dos tipos de organelos tienen su propio genoma y se pueden multiplicar de manera independiente de la célula. Mitocondrias y cloroplastos son las fábricas de energía para animales y plantas, y por ello indispensables para la sobrevivencia de cada una de sus células.

En la biosfera todo está relacionado, compartimos un mismo pasado y un mismo destino. A través del libro, el lector va transitando a lo largo de un relato sobre cómo la vida se fue diversificando en organismos con arquitecturas diferentes y funciones complementarias. Se explican algunos indicios del parentesco biológico que existe entre las distintas formas de vida en la Tierra; por ejemplo, los espermatozoides de los animales, las células reproductivas flageladas de algas y plantas, los flagelos de las bacterias, los cilios del paramecio y las finas pestañas vibrátiles del pulmón humano son todos organelos (undulipodios) que comparten una fórmula constante de 9x2+2 en la disposición de sus microtúbulos.

El surgimiento de los animales y plantas

Otros temas de la obra son el origen de la pluricelularidad a través de la transformación de colonias de seres unicelulares en organismos mayores pluricelulares, la muerte programada (indispensable en la autopoyesis), la evolución del sexo y la reproducción, el canibalismo y la fecundación. Se repasa el surgimiento y evolución de los animales como seres heterotrofos, la aparición de los cordados, las conchas y los esqueletos, y también de los ojos –quizás a partir de bacterias simbiontes fotosensibles– así como la exuberancia de las formas animales por evolución. Es interesante la óptica de los autores en considerar a los animales como "mensajeros" de la biosfera, que han ido distribuyendo recursos importantes a distintos rincones del planeta, por ejemplo dispersando el fósforo y el calcio, las semi-



llas de las plantas, etc., facilitando con ello la colonización de la vida en los lugares más recónditos de la Tierra. Subrayan que los animales en su conjunto le dan la capacidad de "movimiento y percepción" a la biosfera.

Las plantas fotosintéticas hacen posible el milagro de la transmutación de la luz del sol en materia orgánica, "tiñendo de verde la superficie del planeta". El libro presenta datos y ejemplos sorprendentes de plantas. Por ejemplo, una sequoia gigante puede pesar hasta 2,000 toneladas (el equivalente a 25,000 personas adultas), y otro dato impresionante es que un clon de álamo temblón (*Populus tremuloides*) de las montañas Wasatch en Utah, EUA, es prácticamente un mismo individuo que tiene más de 47,000 troncos interconectados por las mismas raíces, ocupa cerca de 42 hectáreas y podría pesar en total unas 6,000 toneladas.

La aparición de la "magia" de la fotosíntesis, en la que la energía se transforma en materia orgánica pudo haber comenzado hace 1,200 millones de años. Este maravilloso fenómeno biológico, permite que la energía y la materia se transfiera a través de todos los miembros de los diversos reinos biológicos en la biosfera; de esta manera, la biosfera funciona como una maquinaria viva que es reabastecida por la continua conversión de la energía solar en vida.

Además se menciona a una de las grandes "invenciones" de las plantas superiores: las semillas, que es tan crucial como la aparición de los huevos impermeables de los reptiles.También se da una perspectiva novedosa en cómo las plantas han aprovechado a los animales: "Sin músculos ni cerebro, las plantas han conseguido tomar ventaja de la movilidad y percepción de los animales que polinizan sus flores y dispersan sus semillas". Es interesante la reflexión que hacen los autores sobre las flores, las cuales acompañan al ser humano en todo su ciclo, desde la sala de maternidad hasta la tumba.

El extraño mundo de los hongos

El fantástico y extraño mundo de los hongos es revisado en detalle. Son seres que pueden vivir en la más absoluta oscuridad, y que de manera inversa a los animales, digieren su alimento fuera de su cuerpo. Los hongos son algo así como organismos intermedios, tienen algunas características similares a las plantas pero también a los animales. Su importancia es fundamental: gracias a los hongos es posible el reciclamiento de miles de millones de metros cúbicos de madera muerta cada año entre muchas otras funciones. Los hongos son muy importantes por sus funciones en la biosfera. Por ejemplo, el 95 % de todas las plantas establecen simbiosis con hongos, y sólo ellos pueden generar el fósforo que requieren plantas y animales, a pesar de que no pueden producir su alimento. Es interesante pensar que hace más de 400 millones de años los hongos lograron reciclar residuos con la mayor eficiencia, mientras que nuestra civilización apenas comienza a hacerlo.

Los hongos han co-evolucionado con los animales y en el libro se describen muchas interacciones realmente interesantes; por ejemplo hay hongos que engañan a polinizadores mimetizando flores de plantas y otros son cultivados por hormigas para producir alimento. Los hongos, hoy por hoy, son fundamentales para la humanidad en relación con la alimentación, medicina e incluso en muchas tradiciones religiosas y culturales.

Por otra parte existen más de 25,000 clases distintas de líquenes, que son una alianza exitosa entre dos reinos biológicos: los hongos por un lado, y las algas y cianobacterias por el otro; de esta forma los líquenes son organismos de distintos reinos que viven en lo que se conoce como ectosimbiosis, es decir, un simbionte que vive sobre la superficie de su hospedero.

El complejo fenómeno de la vida a nivel de la biosfera

La vida ha permitido la agregación de entidades separadas para generar nuevos seres orgánicos, por lo que no se detuvo en las células complejas y los seres pluricelulares, sino que ha continuado forjando sociedades y comunidades para formar la biosfera misma: "Los miembros de más de 30 millones de especies de plantas y animales que puede haber simultáneamente en el planeta, interactúan en la biosfera y modifican constantemente al planeta entero".

Las propuestas de Margulis y Sagan con respecto al funcionamiento integral de los seres que cohabitan la biosfera nos lleva a recordar el concepto de *Gaia*, la encarnación espiritual de la Tierra, la Diosa de la Tierra, la Madre Tierra según la mitología griega; planteado por James Lovelock en 1979, este es un concepto que aún resulta controversial y que trastoca los fundamentos de la metafísica. Para Lovelock, *Gaia* es una compleja entidad conformada por la biosfera íntegra, que puede autoregularse para asegurar las capacidades del planeta para sostener la vida, controlando ciclos químicos y físicos del ambiente. Por su parte, Matyssek y Lüttgeen 2013 propusieron que *Gaia* puede considerarse como un super-organismo holobionte de escala planetaria. Se ha propuesto que la totalidad de los genes del holobionte (los genes del organismo hospedero con toda su comunidad de micro-organismos asociada), el *hologenoma*, es la verdadera unidad sobre la cual actúa la selección natural en la evolución.

Vida, biosfera y seres humanos

Un humano es también una asociación de seres, un holobionte. En nuestro organismo, dentro y encima de nuestro cuerpo, viven millones de bacterias, levaduras, ácaros, hongos y otros organismos, sin contar los organelos celulares que alguna vez fueron endosimbiontes (mitocondrias, undulipodios, bacterias fotosensibles). En el sistema digestivo de cada persona existe un kilogramo de bacterias de varios cientos de especies, dando una cantidad de 10 a 100 bacterias por cada célula humana en nuestro cuerpo.



De acuerdo con Margulis y Sagan, nuestro pasado está en nosotros mismos: "más del 98 % de nuestros genes los compartimos con los chimpancés, nuestro sudor es una reminiscencia del agua de mar y ansiamos el azúcar que suministró energía a nuestros ancestros bacterianos hace 3,000 millones de años". "El ser humano no puede elevarse por arriba de la naturaleza porque esta se trasciende a sí misma".

Estos autores reflexionan sobre cómo los humanos estamos congregándonos en enormes ciudades electrificadas y es evidente que hemos ido transformando la vida en la Tierra a escala planetaria. Se dice que la civilización basada en la tecnología actualmente va convirtiendo a cada persona en el análogo a una célula que se interconecta con un ente equivalente a una super humanidad, compuesta no sólo por gente, sino también por redes y sistemas globales de transportación y comunicación. Los autores recuerdan al ruso Vladimir Vernadsky (1863-145), quien planteó a la *noosfera* como el estrato de la biosfera constituida por todos los seres dotados de inteligencia. De acuerdo con Margulis y Sagan, el *Homo sapiens* podría divergir más rápidamente en otra especie a causa de la tecnología y la cultura, más que por la selección natural. En este sentido, en el libro se cita un aforismo de Stephen Jay Gould (1941-2002), el gran divulgador de la ciencia: "Mientras los humanos pueden evolucionar rápidamente a través de la ´selección cultural´, todas las otras formas de vida en la Tierra están encadenadas al antiguo y lento mecanismo de la selección natural".

Pero este gran ente, con más de siete mil millones de "células", la super-humanidad, es también un gigantesco consumidor de alimentos, carbón, petróleo, agua, metales y silicio, y por ello el riesgo de un desastre ecológico global ha aumentado. La "sociedad super-humana" no es independiente. El destino de los seres humanos está unido al de otras especies y somos parte de la fisiología global; como dicen los autores "cada respiración nos conecta con el resto de la biosfera"; "los humanos no podemos pretender dominar a la naturaleza, sino que estamos profundamente inmersos en ella". Con o sin nosotros, la vida continuará adelante por algunos miles de millones de años más.

En *¿Qué es la vida?* se plantea que quizás con la tecnología en el futuro se podría transportar la vida a otros planetas; "las naves espaciales podrían transportar ecosistemas reciclantes que podrían proveer el sustento a los viajeros interplanetarios".

Algunas reflexiones

Después de leer este libro, es difícil ver al mundo y a la vida como antes. Los seres vivos se perciben de una forma diferente al considerar la larga historia de evolución que la vida ha tenido y el libro los recapitula utilizando conceptos y ejemplos a manera de indicios, o incluso evidencias. Cuando salgo a la calle y me cruzo en el camino con los transeúntes, les veo a los ojos y me pregunto ¿Será que esta persona sabe y valora lo que su propia vida significa en términos evolutivos? ¿Sabrá que su cuerpo está construido "con las trazas de la biosfera más antiguas del planeta"? ¿Habrá reflexionado sobre la hipótesis de que sus células pudieron surgir por increíbles procesos de endosimbiosis ocurridos en tiempos ancestrales? ¿Tendrá conocimiento del recorrido evolutivo que se requirió para la aparición del ser humano? ¿Se concibe como un holobionte y no como un organismo individual e independiente? Probablemente un porcentaje muy pequeño de las personas con las que uno se encuentra en la vida diaria se han hecho estas preguntas incluso con palabras más sencillas.

¿Cómo convencer a una persona común y corriente de que somos el equivalente a "células" de un ser global que podemos llamarle *Gaia* o con cualquier otro nombre? Muchos se ofenderían al sentirse "rebajados" a una simple célula de un super-organismo; pero ser parte de *Gaia* y de la vida en este planeta no debiera restarle a nadie dignidad ni mucho menos.

En el organismo humano, en nuestras propias células, tejidos y órganos está escrita la larga travesía de la materia orgánica que ha evolucionado desde los organismos microscópicos y primitivos que nos dieron origen, hasta el mamífero pensante que conforma sociedades globalizadas y que tiene capacidades creativas y destructivas impresionantes.

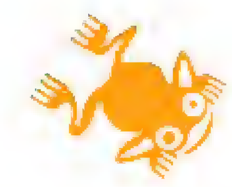
Cualquier definición del concepto de vida siempre se quedará corta. Aunque pudiera pensarse que la ciencia ha logrado develar todos los secretos del fenómeno de la vida, la verdad es que aún son muchos los enigmas por resolver para comprender los fundamentos más esenciales de la vida. Siempre habrá mucho que descubrir sobre la vida y su evolución.

¿Qué es la vida? es una poesía a la vida más allá de nuestras ciencias y creencias, y es un libro que cualquier persona que se admire por el fenómeno de la vida debe leer y disfrutar.

Ignacio March Mifsut. Biólogo egresado de la UAM-Iztapalapa. Realizó su posgrado en conservación y manejo de vida silvestre en la Universidad Nacional de Costa Rica. Trabajó como investigador de INIREB y ECOSUR realizando estudios sobre mamíferos silvestres, el uso de recursos naturales por comunidades indígenas y locales, la evaluación y manejo de áreas naturales protegidas, especies invasoras y los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad. Tiene más de 50 publicaciones y ha trabajado en organizaciones internacionales de conservación, la Agencia Alemana para el Desarrollo Internacional y la CONABIO. Actualmente trabaja en la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México.

Para saber más

- Margulis, L., 1971. Symbiosis and Evolution. *Scientific American*, 225(2):48-57.
- Matyssek, R. y U. Lüttge. 2013. Gaia: ThePlanet Holobiont. *Nova Acta Leopoldina*, 114(391): 325-344.



- Sagan, C. 1977. *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana.* Grijalvo. Barcelona, España.
- Lovelock, J. 1979. *A new look at life on Earth.* Oxford UniversityPress.
- Guerrero, R. Margulis, L. and M. Berlanga. 2013. Symbiogenesis: the holobiont as a unit of evolution. *International Microbiology,* 16:133-143.



Reseña

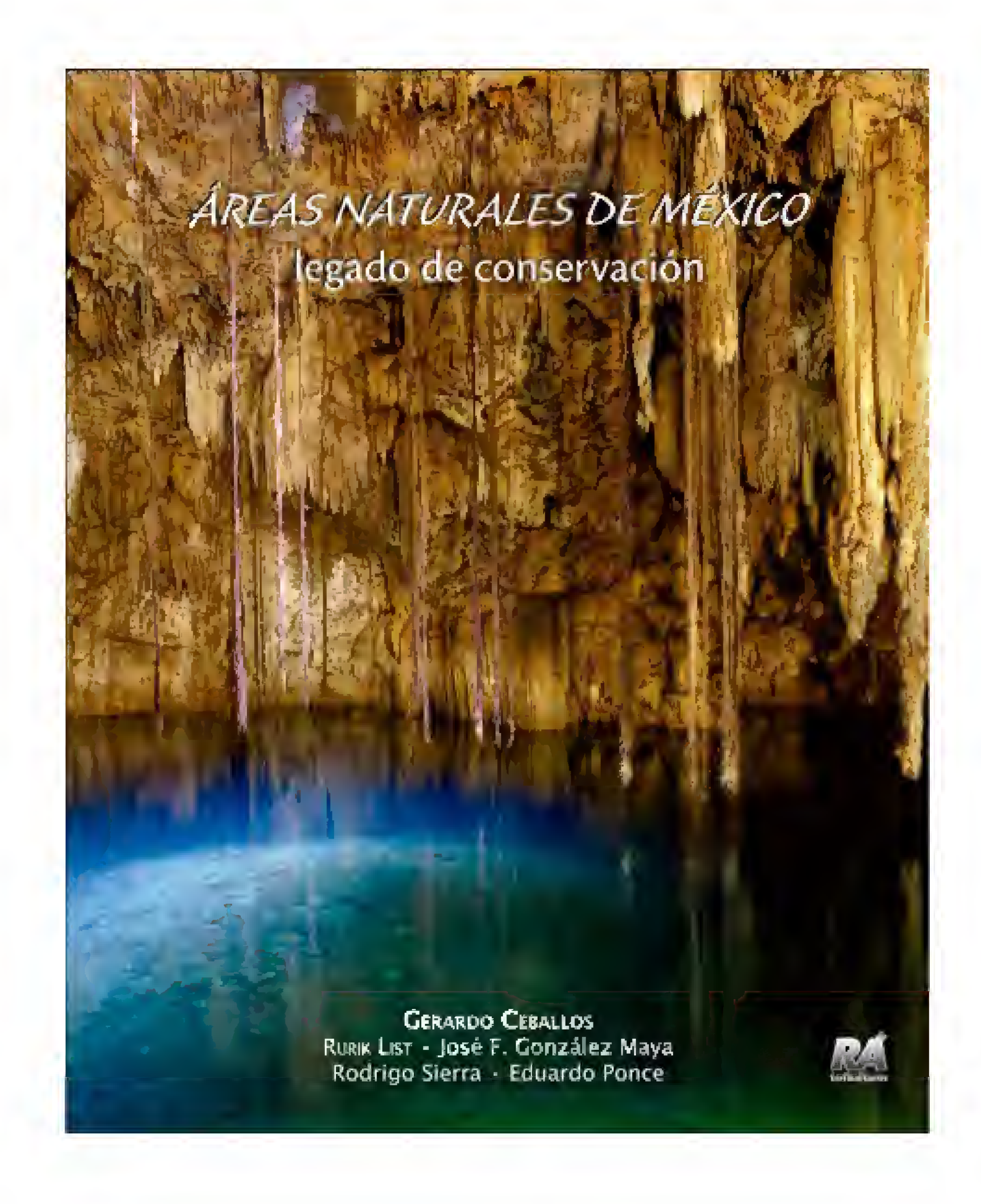
Sólo se protege lo que se ama, y sólo se ama lo que se conoce

Rodrigo A. Medellín

Ceballos, G., R. List, J.F. González Maya, R. Sierra y E. Ponce. 2014. *Áreas Naturales de México, legado de conservación.* **Telmex. México. ISBN 978-607-9057-04-6**

Paul Ehrlich nos dice en el prólogo de *Áreas Naturales de México, legado de conservación*, que las bellezas naturales de México son poco conocidas tanto fuera como dentro del país. Y es muy cierto. Los mexicanos conocemos muy poco de lo que realmente son las bellezas naturales de nuestro país y eso nos hace cómplices de su destrucción.

Cuando ojeen este libro, empiecen por preguntarse en cuántos de estos paisajes han paseado, cuántos han disfrutado, cuántos les han brindado experiencias gratas. El libro está repleto de anécdotas, historias, descripciones y vivencias que lo enriquecen desde los diversos puntos de vista de los autores y sus respectivas experiencias. Este es el octavo libro de una serie que está dejando una profunda huella en la visión y el compromiso con la conservación de la naturaleza de los mexicanos, de diferentes empresas y filántropos, incluyendo Teléfonos de México, TELCEL, la fundación Carlos Slim, el Fondo Mundial para la Naturaleza y Grupo Carso.



La obra inicia con un recorrido textual y pictográfico por el paisaje de México guiado por la pluma de Gerardo Ceballos. Este paisaje ha sido definido como un capricho de la geografía: sierras, valles, ríos, lagos, mesetas, mares, penínsulas; selvas, desiertos, pastizales, bosques, cascadas y arrecifes. Todo ello contextualizado en el continuo que representa la historia, geografía y biodiversidad del país. Espléndidas fotografías de un cúmulo de profesionales y amateurs complementan la brillante plataforma que permite al lector disfrutar a plenitud este volumen.

Más adelante Rurik List analiza la necesidad y la importancia de contar con estas áreas protegidas. La defensa de los grandes depredadores como grizzlies, lobos y jaguares, nos parece obvia a quienes trabajamos por su conservación, pero no lo es para la gran mayoría de los mexicanos. Baste decir que si les gustan los venados y los conejos, la estabilidad de sus poblaciones también dependen de los lobos, osos y jaguares. Quiero hacer un paréntesis e invitarlos a todos a que se sumen a la lucha en favor de la protección de los jaguares y otros depredadores. Nuestros jaguares están siendo asediados. Y solamente la unión de todos los mexicanos protegiendo a nuestro tótem los puede salvar. Perdemos jaguares de manera ilegal e impune constantemente. Aquí un triste ejemplo la pérdida de un jaguar a mediados de noviembre de 2014. En esta ocasión su cadáver apareció sin piel, sin cabeza y sin garras, desechado en un basurero de Playa del Carmen, Quintana Roo. Su muerte es indignante, insultante e inaceptable para todos los mexicanos. Les pido que se informen, que hablen de ello en la casa, en la escuela, en la oficina, que se sumen a la protección.



La historia que nos cuenta Rurik nos lleva a entender el papel crucial de las áreas protegidas para asegurar el abastecimiento de agua, de suelos fértiles, de aire limpio. Rurik termina su capítulo hablándonos de la conservación fuera de las áreas protegidas y ejemplifica con las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida silvestre (UMA), una iniciativa que se originó en 1995 y con la cual me une un profundo vínculo, pues estuve involucrado en su origen. Hoy las UMA cubren más del 15% del territorio nacional, aunque su implementación aún dista mucho de ser la apropiada. Hacia la mitad del libro, Gerardo Ceballos y José González Maya nos presentan un interesante ensayo ilustrando la historia de las áreas protegidas de México y de paso nos dan una lección de compromiso con la naturaleza y con los futuros mexicanos al recordarnos la persona de Miguel Ángel de Quevedo. Aunque el nombre de este ingeniero forestal –visionario y pionero de la conservación en México– no es directamente mencionado en el texto, podemos sentir su mano y su liderazgo en el tema, desde la declaración del primer parque nacional en 1917 –nuestro querido y maltratado Desierto de los Leones–, hasta la creación de otras cincuenta reservas decretadas hasta la primera mitad del siglo 20. La reflexión de Ceballos y González Maya sobre la fragilidad de las reservas nos recuerda no sólo el serio peligro que corren regiones tan esenciales y emblemáticas como la Selva Lacandona, sino también es una llamada de atención a todos los mexicanos a sumarnos a la defensa de esta y todas las demás áreas protegidas, desde Cabo Pulmo hasta Janos, desde Isla Holbox hasta la reserva de la Mariposa Monarca. El capítulo termina con un sobrio mensaje de esperanza que de nuevo pone el dedo en la necesidad de sumar esfuerzos. Ya no por los mexicanos del futuro, sino por nuestro propio bienestar.

El apéndice del libro, compilado por Rodrigo Sierra y Eduardo Ponce, es fundamental para dimensionar los esfuerzos por conservar los ecosistemas mexicanos. Los invito a que turnen a las páginas 275 y 76, cierren los ojos, y pongan un dedo sobre el mapa de México. Donde caiga su dedo, tómense las siguientes vacaciones, hagan su siguiente exploración, disfruten su próxima visita a una reserva. No se van a arrepentir: hallarán muchas maravillas, descubrirán nuevas facetas de su país, y su amor por México, que tanto lo necesita, se engrandecerá.

Para terminar, quiero pedirles que se pregunten a ustedes mismos: ¿han estado en un desierto majestuoso, como el del Pinacate? ¿Y han estado en una fascinante selva húmeda? ¿Han sido despertados por los estruendosos llamados de los monos aulladores? ¿Han sentido entre sus dedos la sorprendente fuerza de una tortuguita marina recién nacida, queriendo escapar hacia el mar? ¿Han experimentado el escalofrío de ver a una gran ballena emergiendo del mar? ¿Han disfrutado de una caminata en los bosques de pinos de la Sierra Madre, una travesía en lancha por los manglares, una observación de aves al amanecer, una salida de murciélagos de una cueva, una colonia de reproducción de fragatas, pelícanos y gaviotas? Si contestaron que NO a cualquiera de estas preguntas, les tengo noticias: están desperdiciando el gran privilegio que tienen de vivir en este país. Miles de personas nos visitan cada año para ver una sola de estas maravillas.

Les hago un exhorto a que tomen este libro en sus manos, lo disfruten, y lo usen como lo que es: un elemento de inspiración, una invitación a conocer su país. La próxima vez que puedan tomarse un día o dos (o más), escojan un área protegida de las casi 200 que tenemos, y láncense a visitarla. No se van a arrepentir, su familia se los va a agradecer, y el país lo necesita. Quiero terminar esta reseña con una cita para impulsar el interés por nuestro patrimonio natural: "*sólo se protege lo que se ama, y sólo se ama lo que se conoce*".

Dr. Rodrigo A. Medellín, es investigador del Laboratorio de Ecología y Conservación de vertebrados del Instituto de Ecología de la UNAM. Investiga sobre la ecología y conservación de vertebrados terrestres de México y de Latinoamérica. Su trabajo ha sido reconocido con numerosos premios nacionales e internacionales.

